COMUNE DI CITTADELLA

PROVINCIA DI PADOVA

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
" SAN MARCO "

PROGETTO PER IL
COMPLETAMENTO DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE

(P.I. APPROVATO CON D.C.C. N. 13 del 29/04/2019 art. 6 comma 5 - II° paragrafo)

DRAGO ING. MASSIMO

DRAGO ING. ALESSANDRO

STUDIO TECNICO

DRAGO

Via Riviera Belzoni 1
35043 MONSELICE (PD)
TEL./FAX 0429-72520
mail : info.@studiodrago.it
P.IVA 05056260283

VERIFICA DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

NOTE:

DITTA: **SOC. SIRIO SAN MARCO S.R.L.**

REVISIONE N.0	01
FILE	-
RIFERIMENTO	M. DRAGO

STATO: DI PROGETTO

ALLEGATO: **G**

DATA: 11-Gennaio-2020

RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa

Il presente studio è stato svolto al fine di verificare la fattibilità in ordine alla dispersione nel sottosuolo delle acque bianche provenienti dalla nuova area di lottizzazione residenziale commerciale "San Marco", che dovrà essere realizzata nell''ex area industriale Firema Spa, in Comune di Cittadella (Pd).

A tal scopo si è effettuata un'indagine di campagna che ha permesso di acquisire la conoscenza dei caratteri geologici e idrogeologici della prima fascia di sottosuolo potenzialmente interessata dalle opere di dispersione.

Le indagini sono consistite nell'esecuzione di:

- n.8 sondaggi geognostici a rotazione spinti alla profondità di 7.50 m dal piano campagna attuale e n.1 sondaggio a 15 m,
- n.6 prove di permeabilità LEFRANC a carico variabile in abbassamento rispettivamente nei fori di sondaggio n.1, 3, 6 e 8.

I risultati delle indagini in sito (e relativa ubicazione) sono riportati nell'Appendice 2.

Sui campioni di terreno prelevati nel corso dei sondaggi sono state effettuate le seguenti prove geotecniche di laboratorio:

- Analisi granulometriche per la determinazione delle seguenti percentuali in peso

  % argilla (diametro particelle $d < 0{,}002$ mm)

  % limo (diametro particelle $0{,}002$ mm $< d < 0{,}060$ mm)

  % sabbia (diametro particelle $0{,}060$ mm $< d < 2{,}000$ mm)

  % ghiaia (diametro particelle $d > 2{,}000$ mm)

- Limiti di Atterberg:

  limite di liquidità W_L

  limite di plasticità W_P

  indice di plasticità $I_P = W_L - W_P$

I risultati delle prove geotecniche di laboratorio sono riportati nell'Appendice 1.

Inquadramento geologico e idrogeologico generale

La zona in esame è situata nella parte medio-alta della pianura veneta, a ridosso della "fascia delle risorgive".

Dal punto di vista geologico appartiene all'ampia conoide fluvio-glaciale del F.Brenta costituita da un materasso alluvionale di centinaia di metri di spessore dove trovano alloggio gli acquiferi freatici.

In particolare, i principali lineamenti geologici dell'alta e media pianura possono essere così rappresentati:

- a Nord della fascia delle risorgive i depositi fluviali sono caratterizzati dalle conoidi alluvionali ghiaiose indifferenziate il cui sviluppo areale, all'interno della pianura, è stato condizionato dal regime idraulico dei vari corsi d'acqua,
- verso valle, nella media pianura fino alla "line delle risorgive", diminuisce lo spessore del materasso ghiaioso che, suddividendosi in più strati di minor potenza, tende ad esaurirsi nei depositi limo-argillosi,
- a valle della "linea delle risorgive", il sottosuolo è caratterizzato da un'alternanza di litotipi sabbioso-ghiaiosi e argilloso-limosi, mentre le conoidi alluvionali ghiaiose si rinvengono solo molto in profondità.

Nella fascia pedemontana la presenza nel sottosuolo di un materasso ghiaioso grossolano determina l'esistenza di un acquifero indifferenziato a carattere freatico con profondità di 50 ÷ 100 m da piano campagna.

Più a valle la superficie freatica gradualmente si innalza fino a raggiungere il piano campagna in corrispondenza di una ristretta fascia di territorio, con sviluppo pressoché continuo da Est ad Ovest, dove viene a giorno nelle aree più depresse con risorgive e fontanili; tale zona indica il passaggio dall'acquifero indifferenziato al sistema multifalde.

A Sud della linea delle risorgive i diversi caratteri stratigrafici del sottosuolo, per l'alternanza di livelli ghiaiosi e materiali limoso-argillosi, creano un sistema idrogeologico caratterizzato da più acquiferi sovrapposti con falde confinate e in pressione.

Tutte le falde presenti nel materasso alluvionale sono alimentate, direttamente o indirettamente, dall'infiltrazione diretta degli afflussi meteorici, dalle dispersioni in alveo dei corsi d'acqua principali, soprattutto nel tratto dell'alta pianura, e in minor misura dai sistemi di irrigazione non impermeabilizzati.

Caratteristiche geologiche e idrogeologiche locali

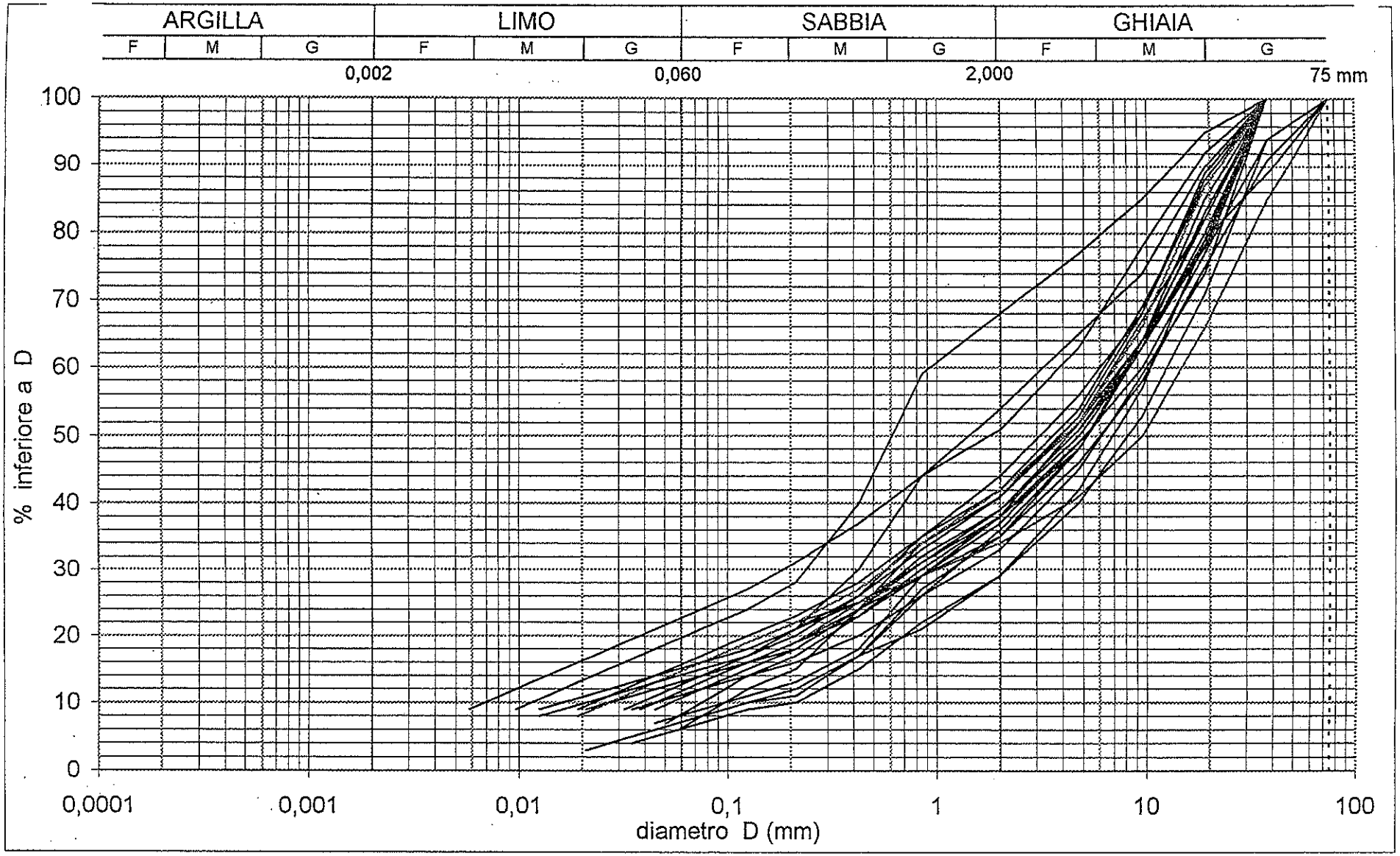
I sedimenti presenti nel sottosuolo rispecchiano una situazione stratigrafica tipica di deposito alluvionale recente in cui è risultato significativo il contributo del Fiume Brenta e del sistema di drenaggio ad esso collegato.

Con riferimento ai risultati delle indagini in sito e delle prove geotecniche di laboratorio, si registra la presenza di un livello superiore costituito da terreno di riporto argilloso ghiaioso di spessore generalmente compreso tra 0.50 e 1.00 m a cui seguono, fino alla profondità di ~ 2.00 m, argille e limi sabbiosi rossastri che costituiscono il livello di alterazione dei sottostanti materiali ghiaiosi.

A partire da ~ 2.00 ÷ 2.50 m il sottosuolo è costituito da depositi ghiaioso-sabbiosi che includono, a volte, livelli di materiali a granulometria più fine, presenti con spessori e sviluppo areale variabili.

Alcuni sondaggi profondi effettuati nella zona di Cittadella hanno individuato uno spessore di circa 50 m di alluvioni ghiaioso-sabbiose.

Le analisi granulometriche, effettuate sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi fino ad una profondità massima di 7.50 m, hanno evidenziato che tali materiali ghiaioso-sabbiosi includono una frazione limosa compresa nell'intervallo 6 ÷ 15 % (vedi figura seguente, fuso granulometrico).


ARGILLA
LIMO
SABBIA
GHIAIA
F
M
G
0,002
0,060
2,000
75 mm
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
% inferiore a D
0,0001
0,001
0,01
0,1
1
10
100
diametro D (mm)

Le prove di permeabilità effettuate entro i fori di sondaggio hanno fornito i seguenti valori di K (cm/s):

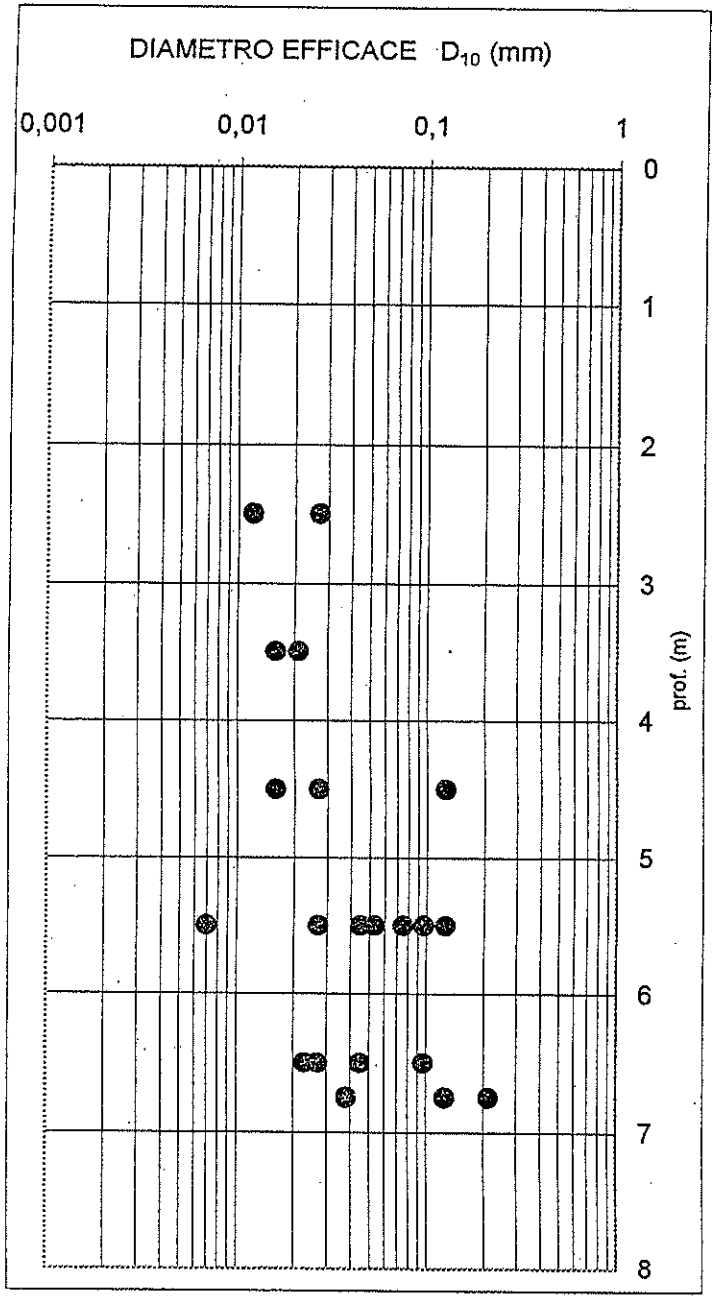
Sondaggio N.	Profondità (m)	Valori di permeabilità K (cm/s)
1	6.00	5,44 E - 03
1	7.50	7,76 E - 03
3	7.00	5,30 E - 03
6	6.00	9,88 E - 04
6	7.50	8,61 E - 03
8	7,50	2,29 E - 03

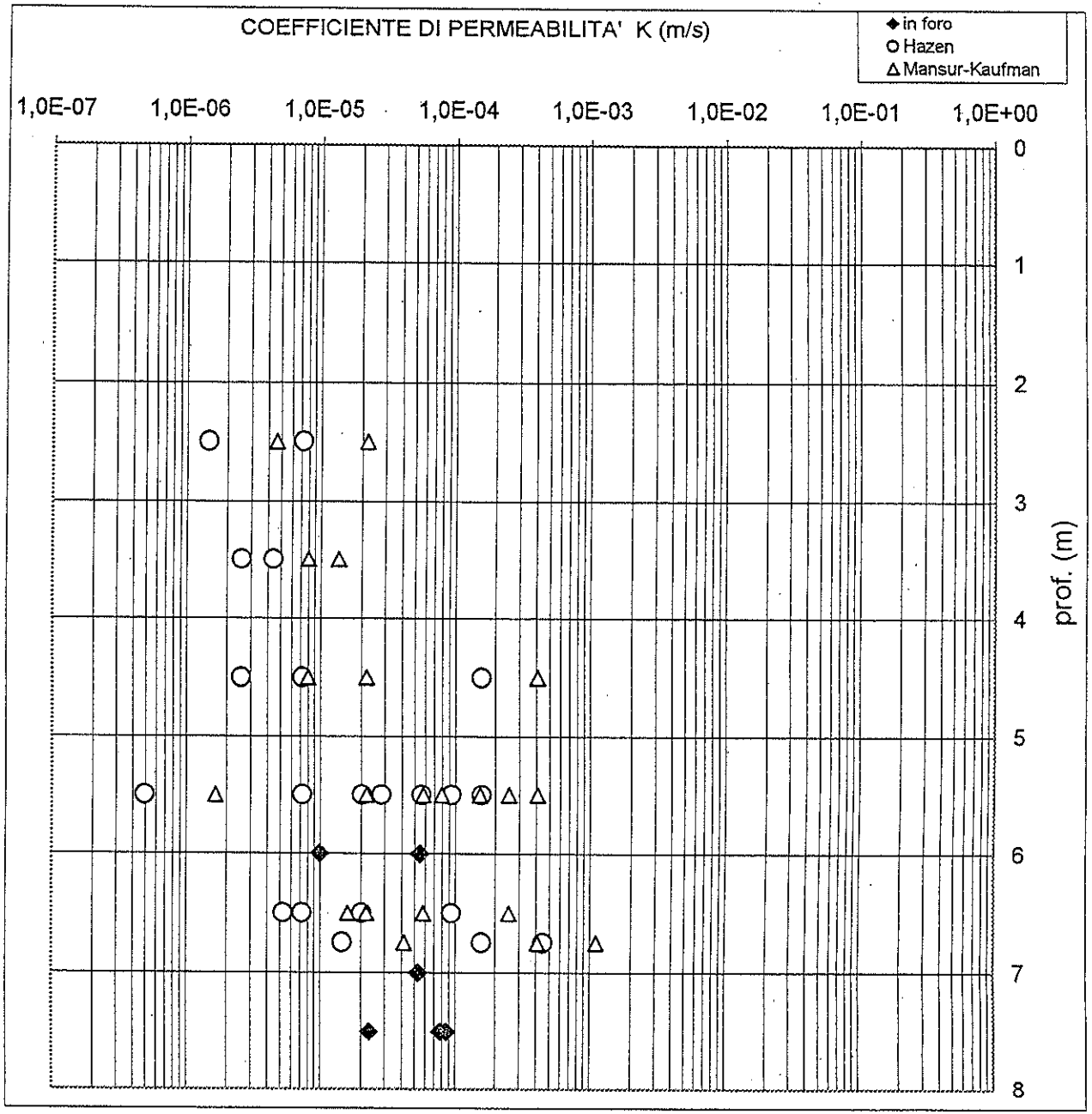
Si tratta di valori del coefficiente di permeabilità non elevati, compresi nell'intervallo $1 \times 10^{-5} \div 1 \times 10^{-4}$ m/s.

I risultati ottenuti in laboratorio in base alla granulometria (diametro efficace D10) secondo le valutazioni AZEN e MANSUR-KAUFMAN sono in accordo con i valori di K determinati in sito (vedi figura seguente).

CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'

CITTADELLA (PD)





CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'

CITTADELLA (PD)

analisi granulometriche			
	diametro efficace	Hazen	Mansur&Kaufman
prof. (m)	D_{10} (mm)	K (m/s)	K (m/s)
5,50	0,097	9,41E-05	2,51E-04
6,50	0,097	9,41E-05	2,51E-04
5,50	0,007	4,90E-07	1,64E-06
6,50	0,027	7,29E-06	2,17E-05
4,50	0,027	7,29E-06	2,17E-05
5,50	0,045	2,03E-05	5,77E-05
6,50	0,023	5,29E-06	1,60E-05
4,50	0,016	2,56E-06	7,98E-06
6,50	0,045	2,03E-05	5,77E-05
5,50	0,053	2,81E-05	7,89E-05
6,75	0,212	4,49E-04	1,11E-03
5,50	0,075	5,63E-05	1,53E-04
6,75	0,038	1,44E-05	4,17E-05
4,50	0,125	1,56E-04	4,07E-04
5,50	0,125	1,56E-04	4,07E-04
6,50	0,027	7,29E-06	2,17E-05
5,50	0,027	7,29E-06	2,17E-05
6,75	0,125	1,56E-04	4,07E-04
3,50	0,016	2,56E-06	7,98E-06
2,50	0,027	7,29E-06	2,17E-05
3,50	0,021	4,41E-06	1,34E-05
2,50	0,012	1,44E-06	4,61E-06

prove di permeabilità in foro di sondaggio		
prof. (m)	K (m/s)	note
7,50	2,29E-05	
7,50	8,61E-05	
6,00	9,88E-06	
7,00	5,30E-05	
7,50	7,76E-05	
6,00	5,44E-05	

In riferimento alla falda freatica, si riportano di seguito le misure effettuate nei piezometri installati all'interno dell'area in oggetto nel corso di precedenti indagini:

Data lettura	Quota falda (minima e massima) registrata ai piezometri rispetto al piano campagna
03/04/2001	6.20 ÷ 6.50
15/01/2002	7.10 ÷ 7.70
16/07/2003	7.80 ÷ 8.30

Si tenga presente che le misure di Aprile si riferiscono ad un periodo di piena per la falda anche se i massimi livelli vengono registrati in Ottobre-Novembre, mentre in Gennaio si può considerare la falda in fase di magra.

In riferimento a studi regionali, si fa presente che la direzione di deflusso dell'acquifero freatico è prevalentemente NO-SE con valori del gradiente idraulico dello 0,15 %.

ORDINE DEI GEOLOGI * REGIONE DEL VENETO *
Dr. Geol.
OLIVO
BERTIZZOLO
N° 93

APPENDICE 1

RISULTATI PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Nota:

Limiti di Atterberg condotti sul passante al setaccio # 40 sui seguenti campioni:

sondaggio SC-6	**profondità: 4,00÷5,00 m**	**NON PLASTICO (N.P.)**
sondaggio SC-8	**profondità: 4,00÷5,00 m**	**NON PLASTICO (N.P.)**

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: 1

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-1** campione:

profondità (m): 5,00 6,00

note:

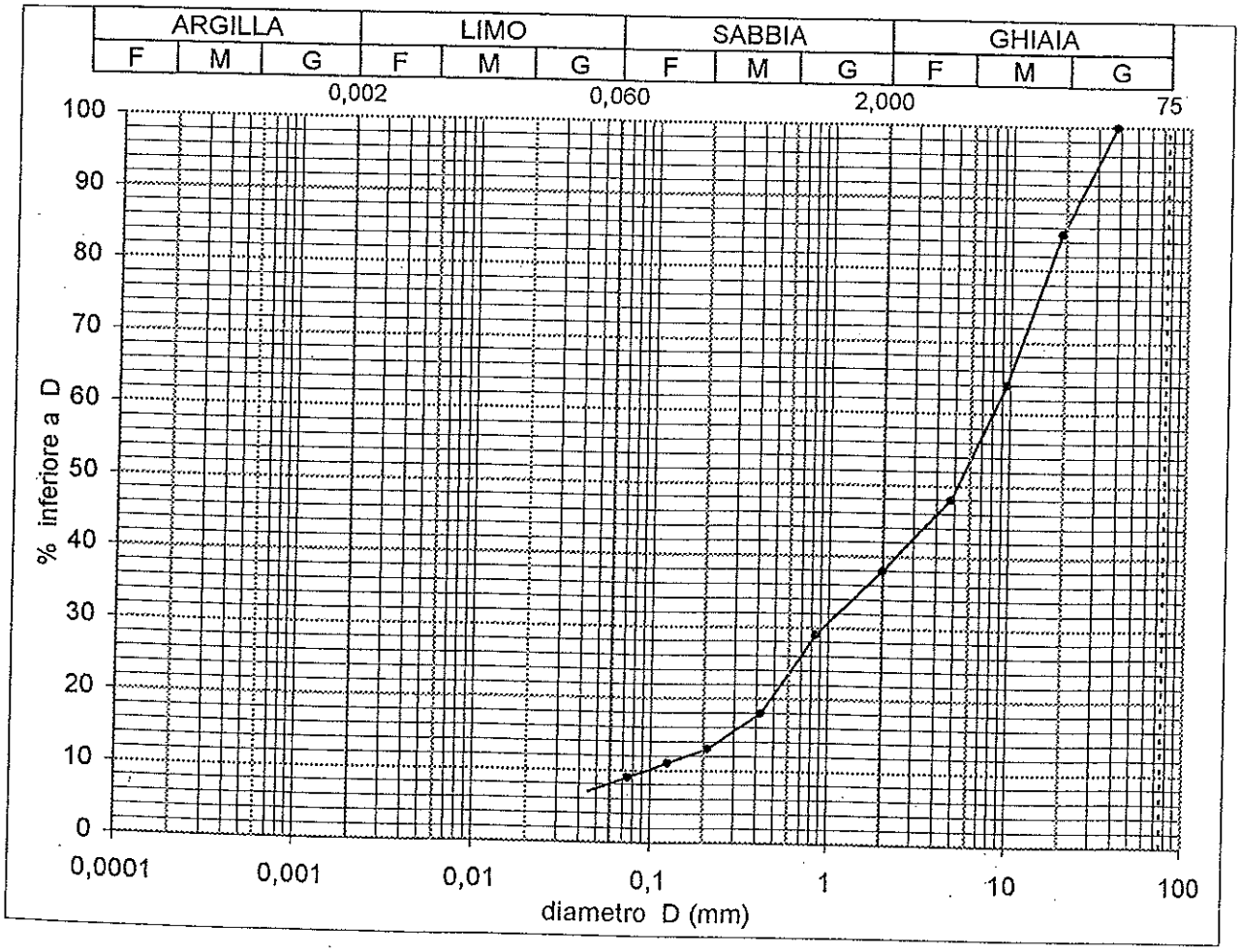
setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	85		
# 3/8 in	9,500	64		
# 4	4,750	48		
# 10	2,000	38		
# 20	0,850	29		
# 40	0,425	18		
# 70	0,212	13		
# 120	0,125	11		
# 200	0,075	9		

GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	30
% ghiaia	62

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,097	D_{60}/D_{10}	82,5
D_{30} (mm)	0,935	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	1,1
D_{60} (mm)	7,989		



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **2**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-1** campione: profondità (m): 6,00 7,00

note:

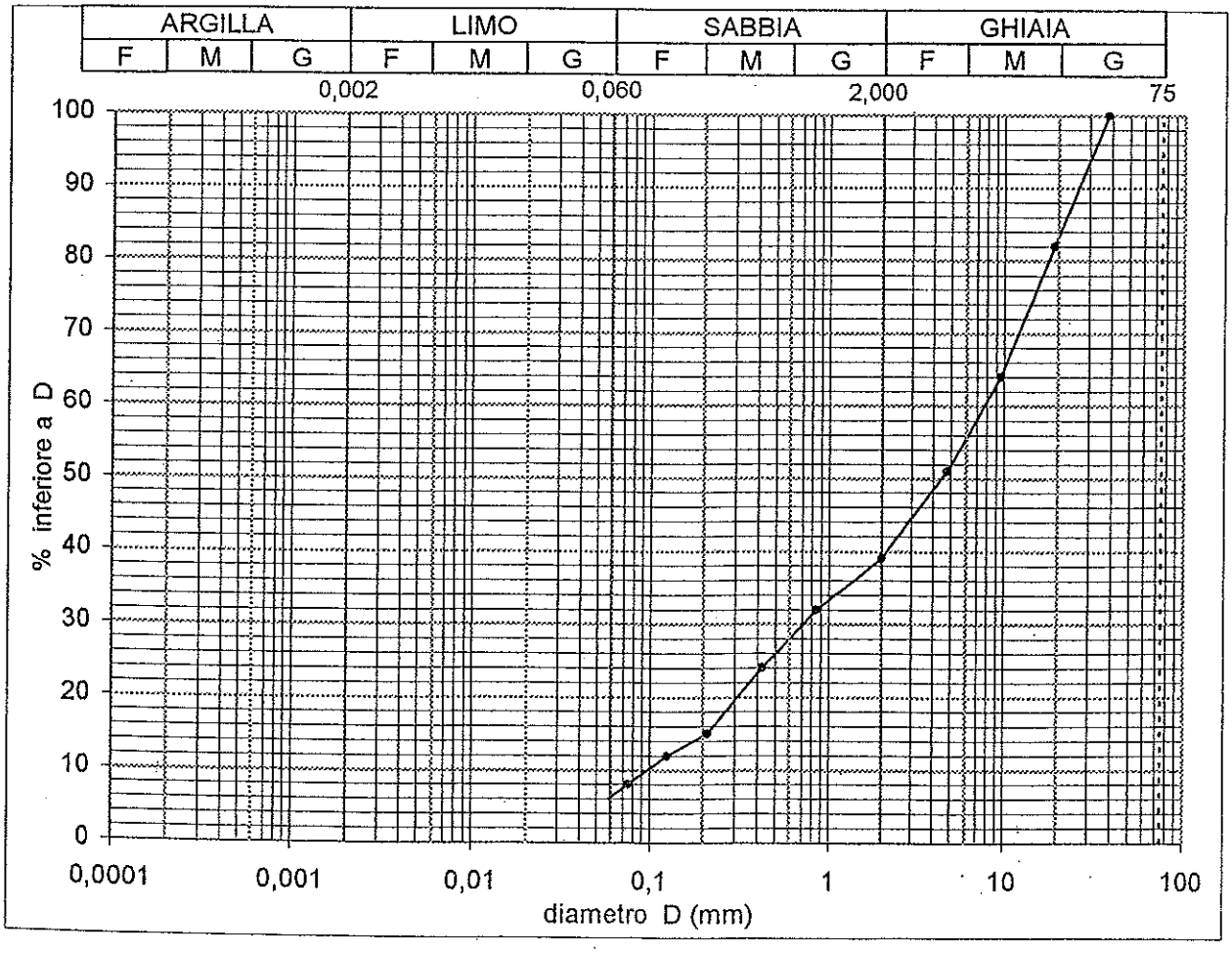
setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	82		
# 3/8 in	9,500	64		
# 4	4,750	51		
# 10	2,000	39		
# 20	0,850	32		
# 40	0,425	24		
# 70	0,212	15		
# 120	0,125	12		
# 200	0,075	8		

GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	33
% ghiaia	61

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,097	D_{60}/D_{10}	79,3
D_{30} (mm)	0,715	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	0,7
D_{60} (mm)	7,675		



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

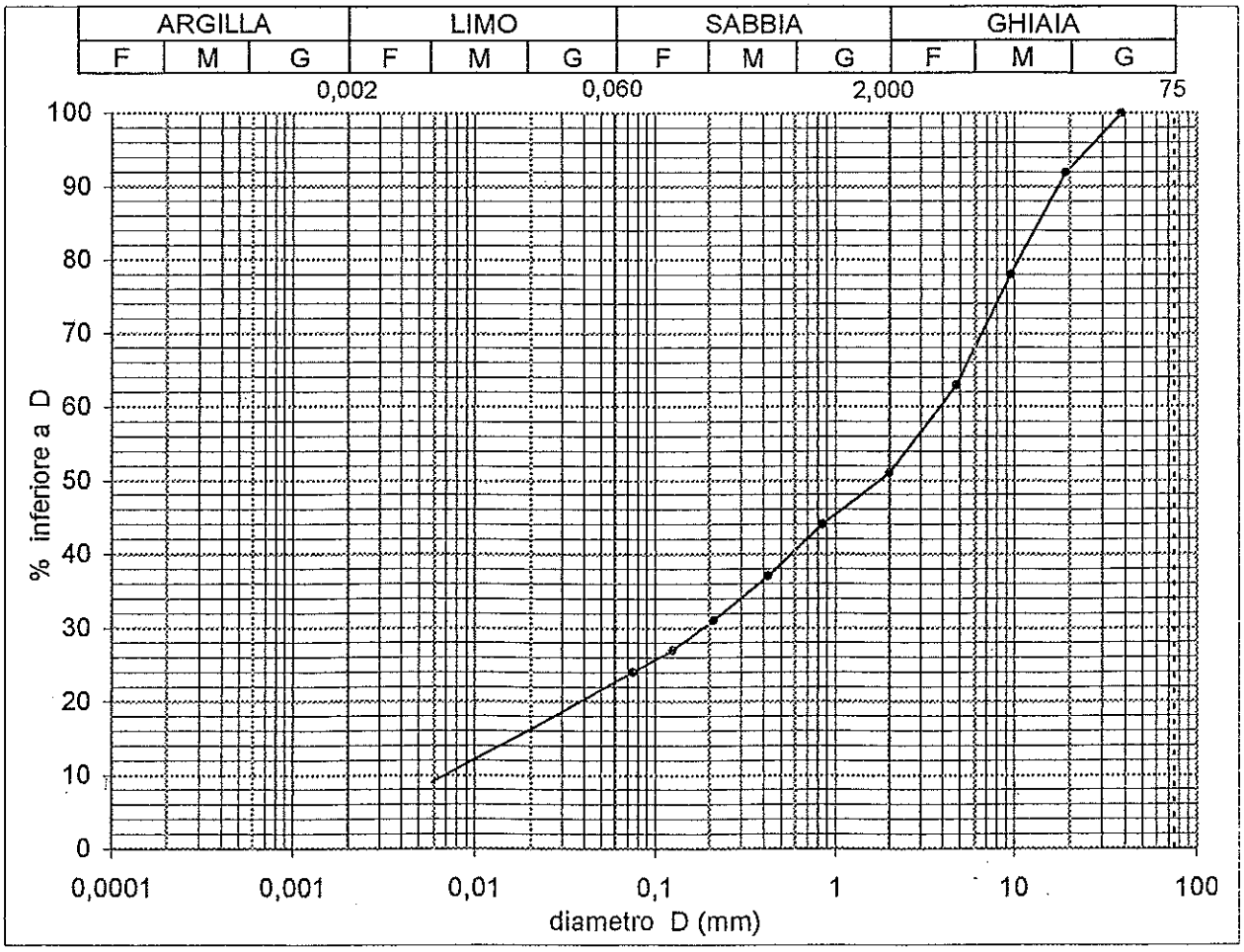
N.Labor.: **3**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-2** campione: profondità (m): 5,00 6,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	92		
# 3/8 in	9,500	78		
# 4	4,750	63		
# 10	2,000	51		
# 20	0,850	44		
# 40	0,425	37		
# 70	0,212	31		
# 120	0,125	27		
# 200	0,075	24		

GRANULOMETRIA AGI:		DIAMETRI NOTEVOLI:			
% argilla		D_{10} (mm)	0,007	D_{60}/D_{10}	553,4
% limo		D_{30} (mm)	0,186	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	1,3
% sabbia	28	D_{60} (mm)	3,826		
% ghiaia	49				



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

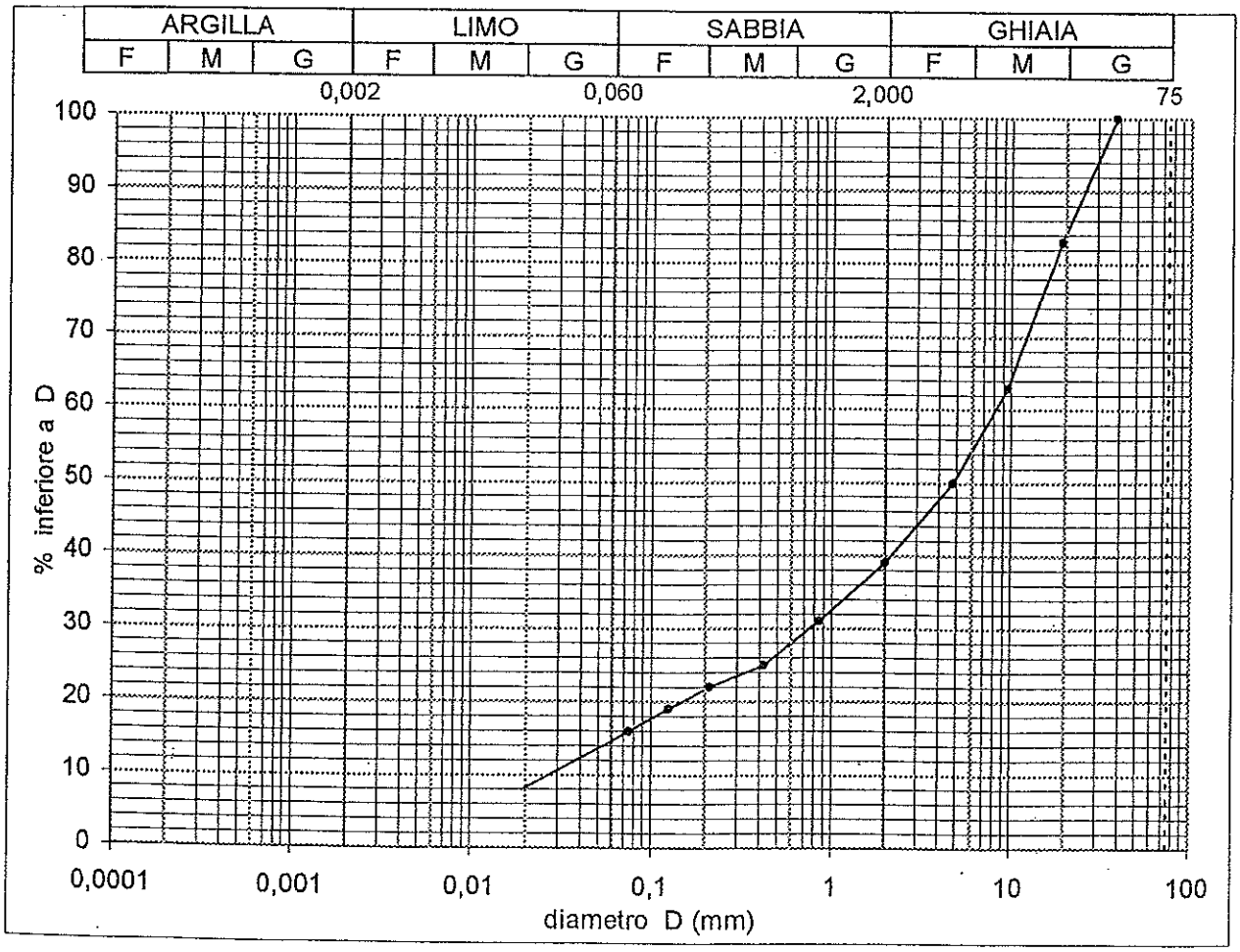
N.Labor.: 4

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-2** campione: profondità (m): 6,00 7,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	83		
# 3/8 in	9,500	63		
# 4	4,750	50		
# 10	2,000	39		
# 20	0,850	31		
# 40	0,425	25		
# 70	0,212	22		
# 120	0,125	19		
# 200	0,075	16		

GRANULOMETRIA AGI:		DIAMETRI NOTEVOLI:			
% argilla		D_{10} (mm)	0,027	D_{60}/D_{10}	299,8
% limo		D_{30} (mm)	0,757	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	2,6
% sabbia	24	D_{60} (mm)	8,096		
% ghiaia	61				



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **839**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-3** campione: profondità (m): 3,00 4,00

note:

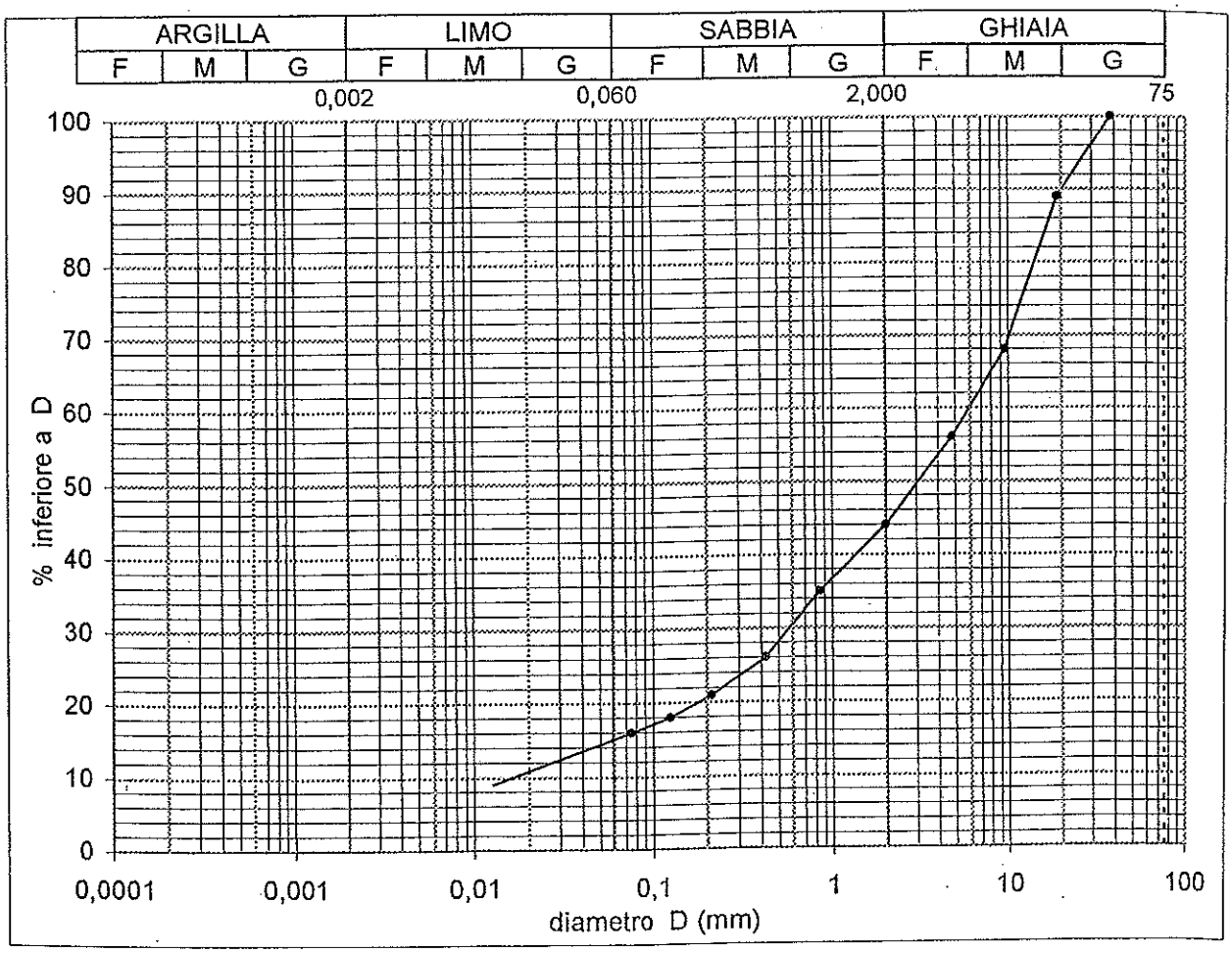
setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	89		
# 3/8 in	9,500	68		
# 4	4,750	56		
# 10	2,000	44		
# 20	0,850	35		
# 40	0,425	26		
# 70	0,212	21		
# 120	0,125	18		
# 200	0,075	16		

GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	29
% ghiaia	56

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,016	D_{60}/D_{10}	369,4
D_{30} (mm)	0,578	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	3,4
D_{60} (mm)	5,985		



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: 6

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-3** campione:

profondità (m): 5,00 6,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	78
# 3/8 in	9,500	64
# 4	4,750	52
# 10	2,000	41
# 20	0,850	34
# 40	0,425	24
# 70	0,212	18
# 120	0,125	16
# 200	0,075	13

D (mm) % < D

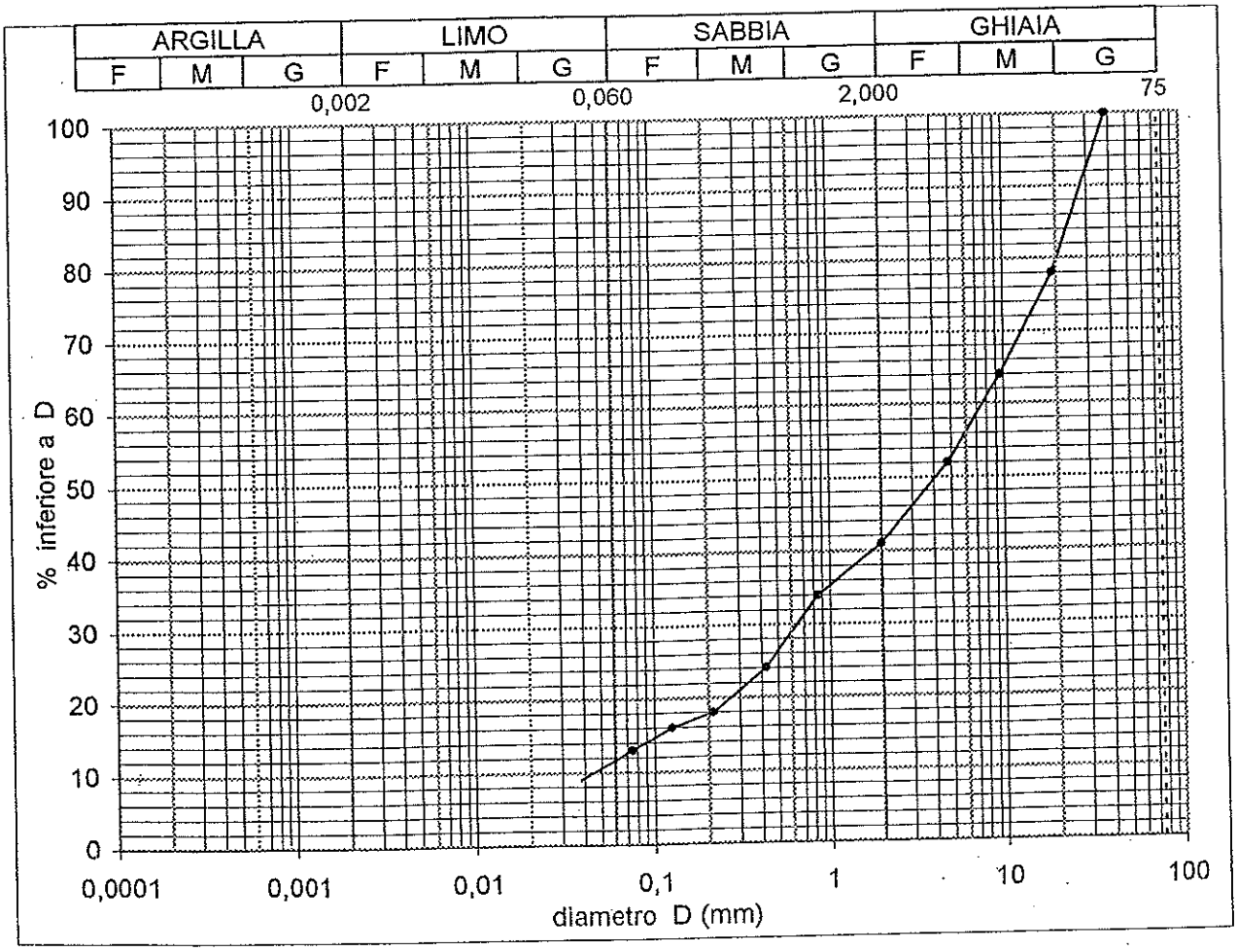
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 29
% ghiaia 59

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,045
D_{30} (mm) 0,644
D_{60} (mm) 7,540

D_{60}/D_{10} 167,6
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 1,2



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: 7

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-3** campione: profondità (m): 6,00 7,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	87
# 3/8 in	9,500	69
# 4	4,750	54
# 10	2,000	42
# 20	0,850	35
# 40	0,425	28
# 70	0,212	23
# 120	0,125	20
# 200	0,075	17

D (mm)	% < D

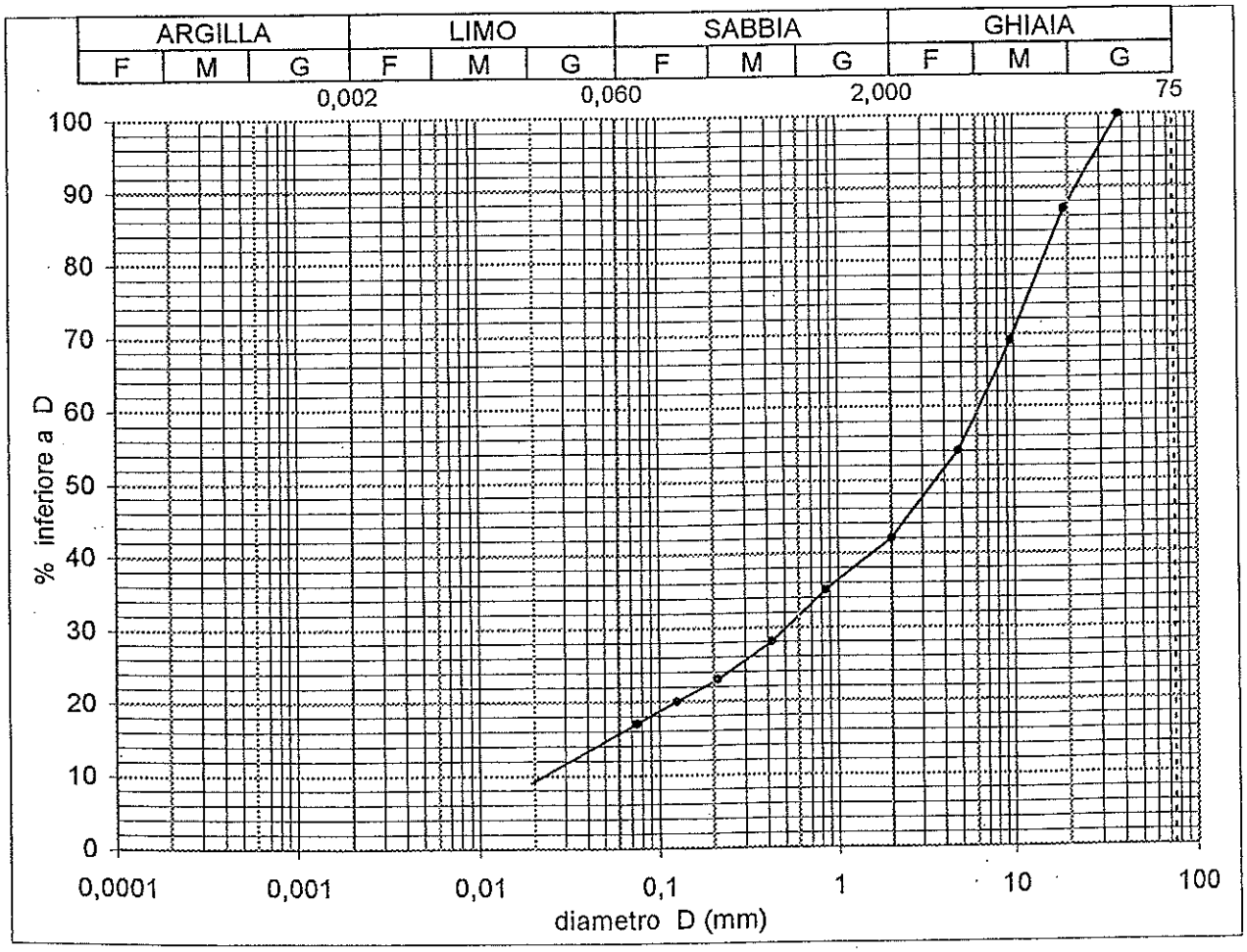
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	26
% ghiaia	58

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,023
D_{30} (mm)	0,518
D_{60} (mm)	6,268

D_{60}/D_{10}	275,2
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	1,9



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **840**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-4** campione:

profondità (m): 2,00 3,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	87
# 3/8 in	9,500	66
# 4	4,750	52
# 10	2,000	42
# 20	0,850	34
# 40	0,425	27
# 70	0,212	22
# 120	0,125	19
# 200	0,075	16

D (mm) % < D

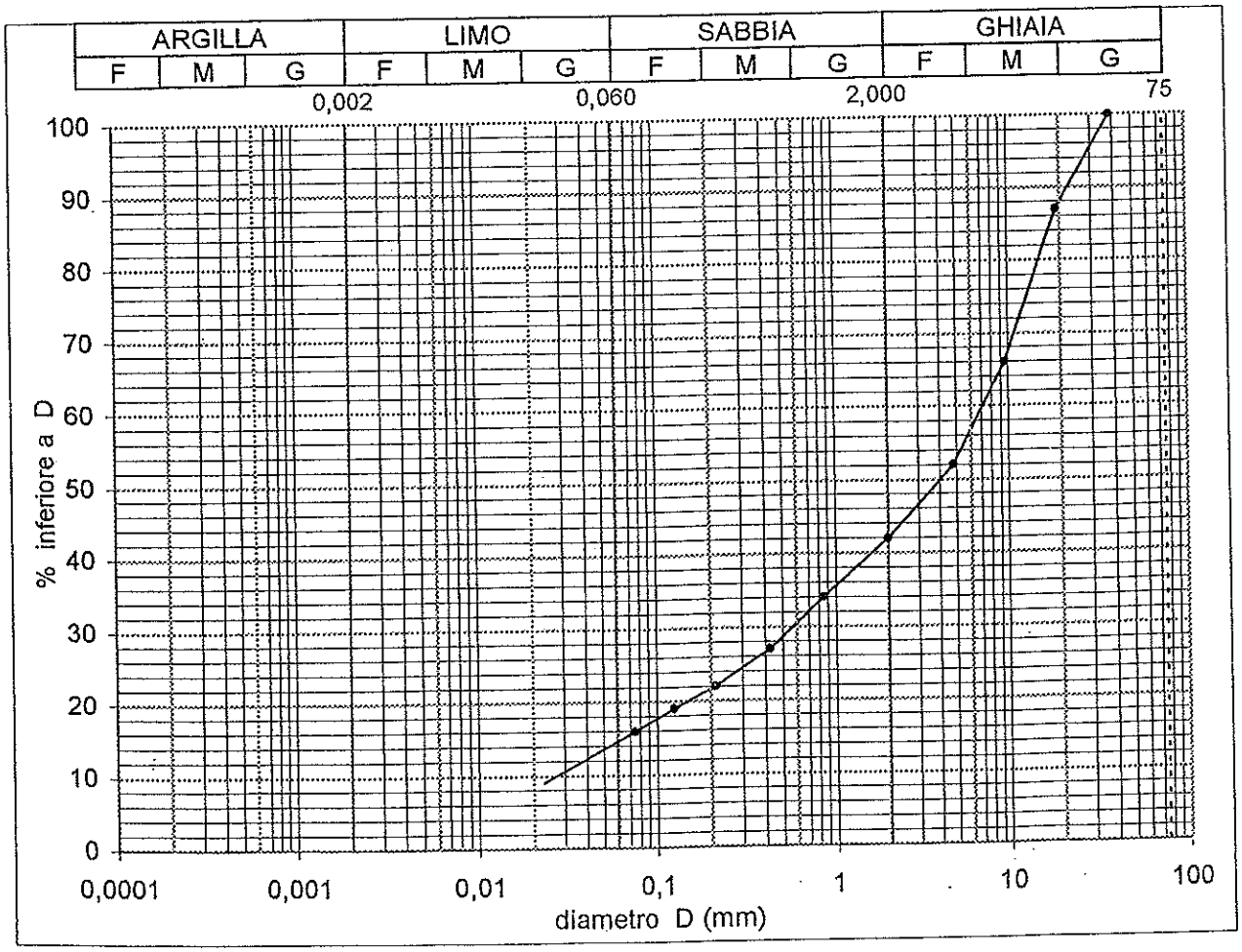
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 27
% ghiaia 58

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,027
D_{30} (mm) 0,572
D_{60} (mm) 7,058

D_{60}/D_{10} 261,4
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 1,7



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **841**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-4** campione: profondità (m): 3,00 4,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	88
# 3/8 in	9,500	68
# 4	4,750	53
# 10	2,000	41
# 20	0,850	33
# 40	0,425	26
# 70	0,212	20
# 120	0,125	17
# 200	0,075	15

D (mm)	% < D

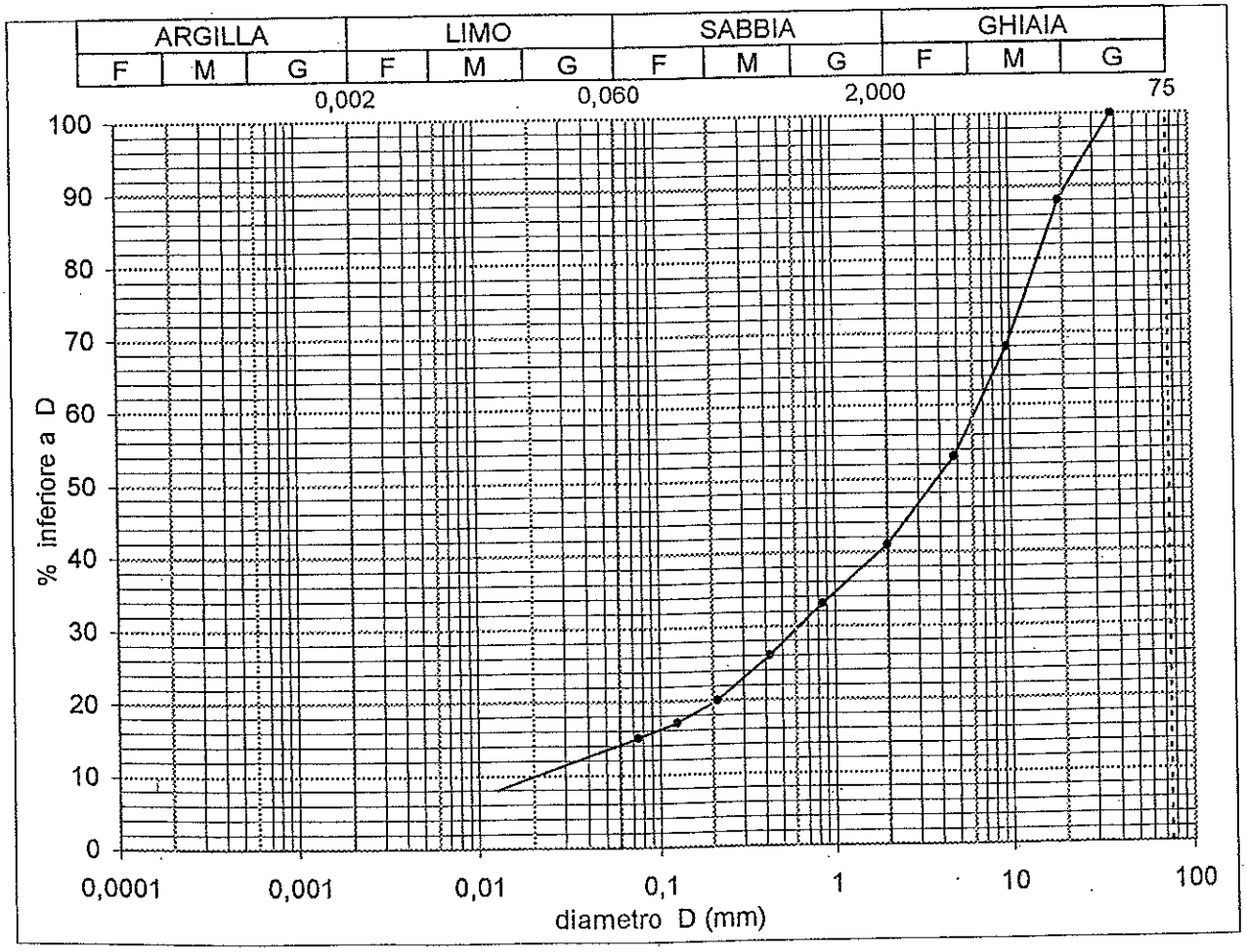
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	27
% ghiaia	59

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,021
D_{30} (mm)	0,632
D_{60} (mm)	6,564

D_{60}/D_{10}	313,9
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	2,9



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **8**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-4** campione: profondità (m): 4,00 5,00

note:

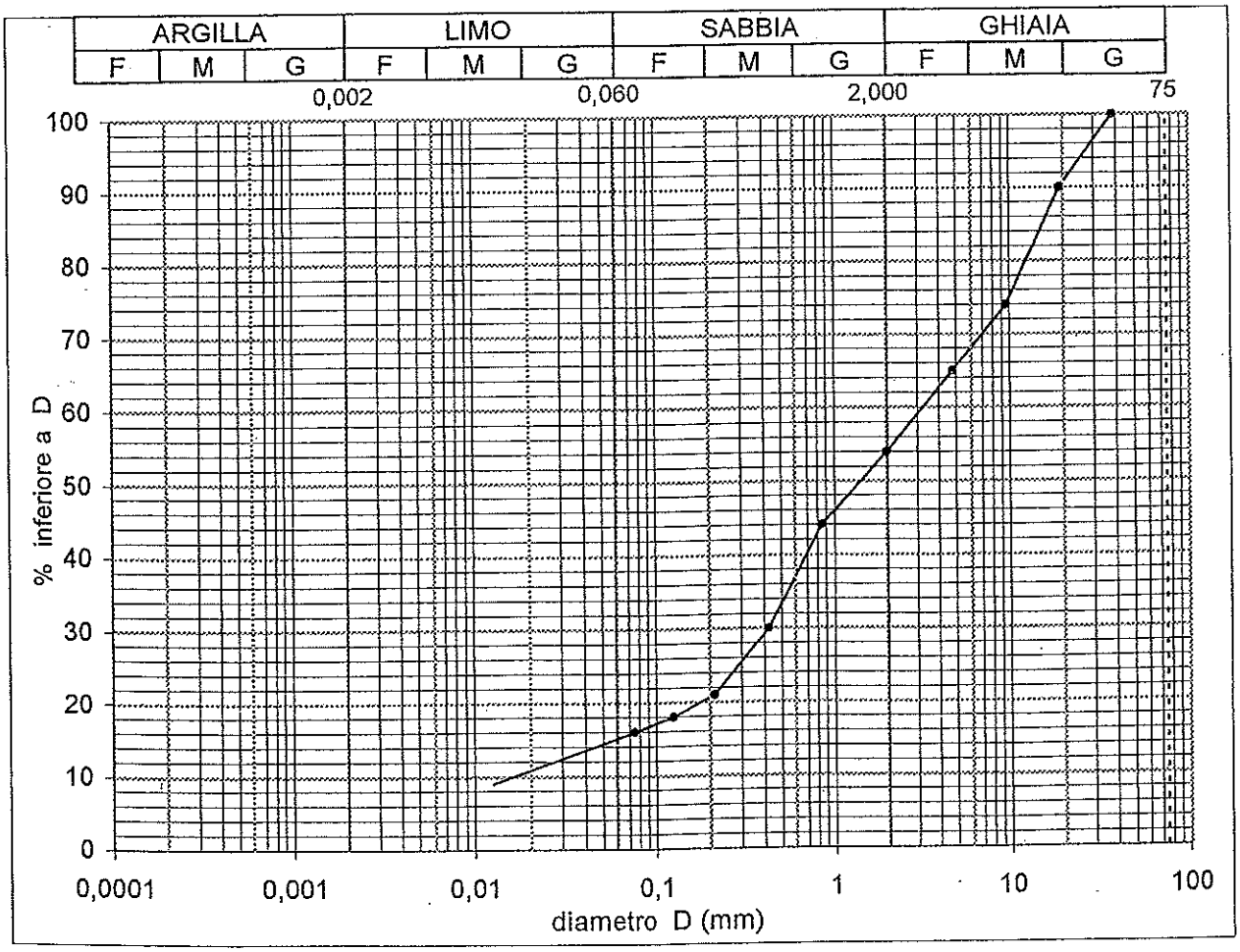
setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	90		
# 3/8 in	9,500	74		
# 4	4,750	65		
# 10	2,000	54		
# 20	0,850	44		
# 40	0,425	30		
# 70	0,212	21		
# 120	0,125	18		
# 200	0,075	16		

GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	39
% ghiaia	46

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,016	D_{60}/D_{10}	197,9
D_{30} (mm)	0,425	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	3,5
D_{60} (mm)	3,206		



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: 9

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-4** campione: profondità (m): 6,00 7,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	74
# 3/8 in	9,500	59
# 4	4,750	45
# 10	2,000	33
# 20	0,850	26
# 40	0,425	20
# 70	0,212	16
# 120	0,125	14
# 200	0,075	12

D (mm) % < D

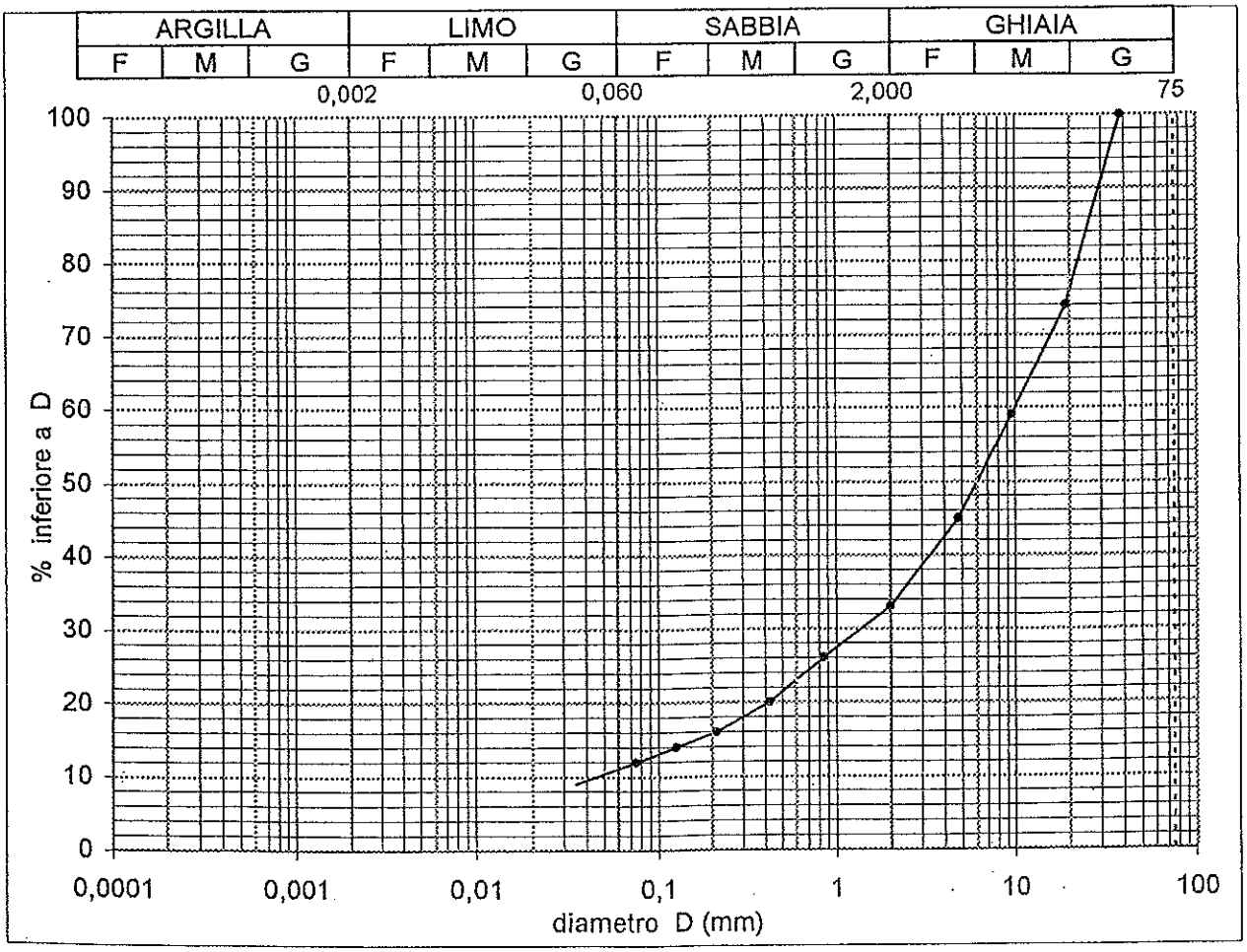
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 22
% ghiaia 67

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,045
D_{30} (mm) 1,386
D_{60} (mm) 9,949

D_{60}/D_{10} 221,1
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 4,3



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **10**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-5** campione:

profondità (m): 5,00 6,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	82
# 3/8 in	9,500	67
# 4	4,750	52
# 10	2,000	38
# 20	0,850	31
# 40	0,425	24
# 70	0,212	18
# 120	0,125	15
# 200	0,075	12

D (mm)	% < D

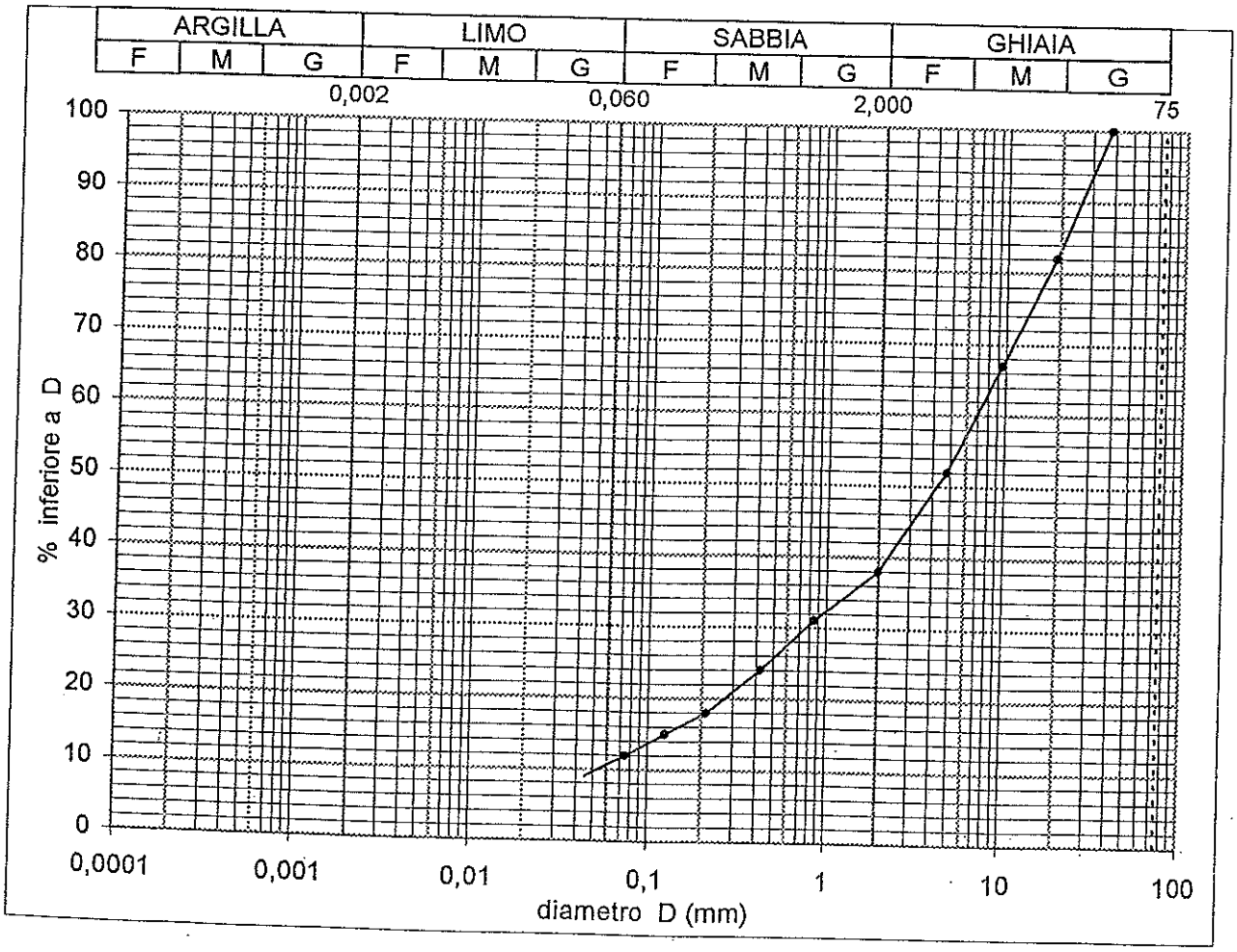
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	27
% ghiaia	62

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,053
D_{30} (mm)	0,770
D_{60} (mm)	6,875

D_{60}/D_{10}	128,8
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	1,6



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: 11

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-5** campione: profondità (m): 6,00 7,50

note:

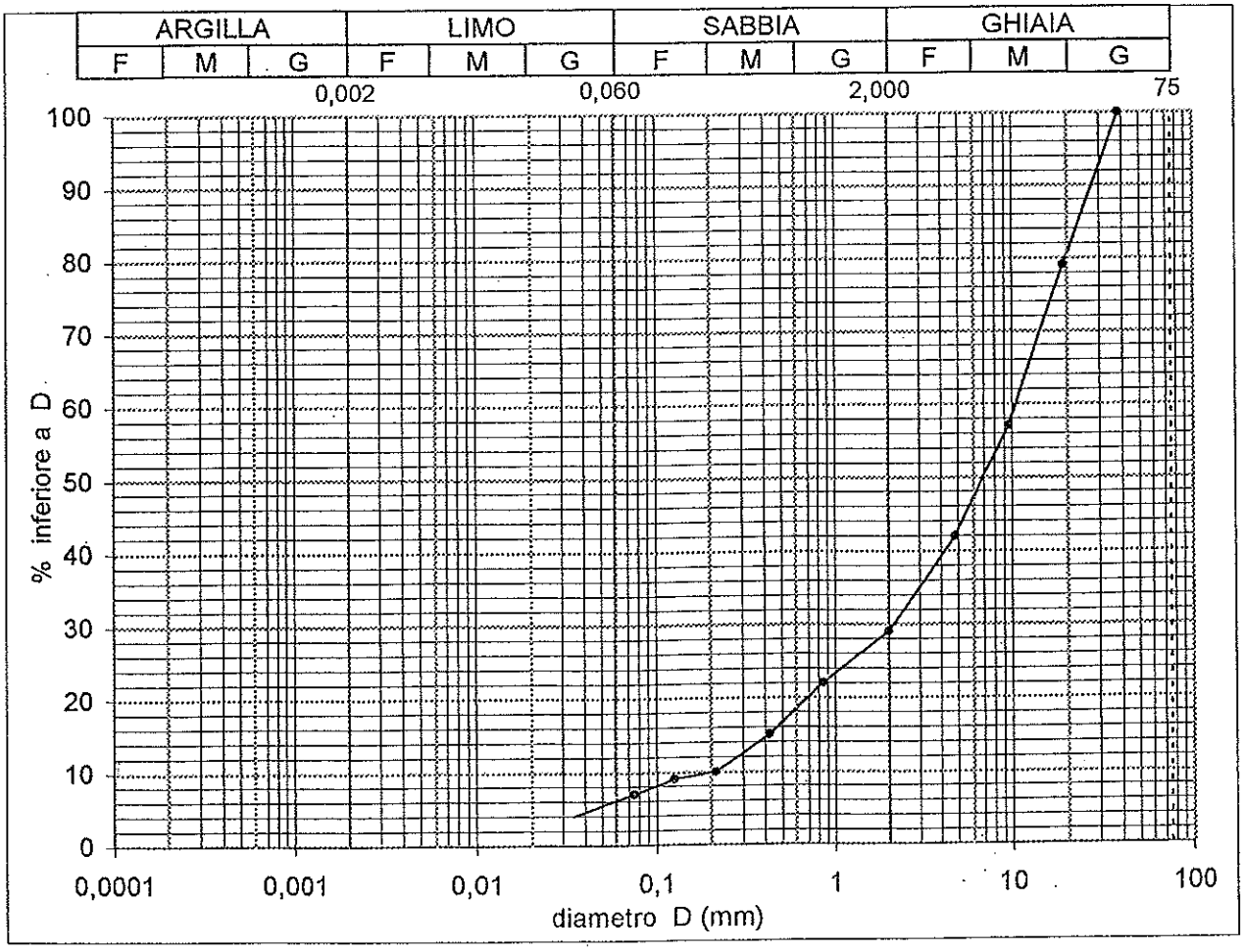
setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	79		
# 3/8 in	9,500	57		
# 4	4,750	42		
# 10	2,000	29		
# 20	0,850	22		
# 40	0,425	15		
# 70	0,212	10		
# 120	0,125	9		
# 200	0,075	7		

GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	23
% ghiaia	71

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,212	D_{60}/D_{10}	49,3
D_{30} (mm)	2,138	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	2,1
D_{60} (mm)	10,442		



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

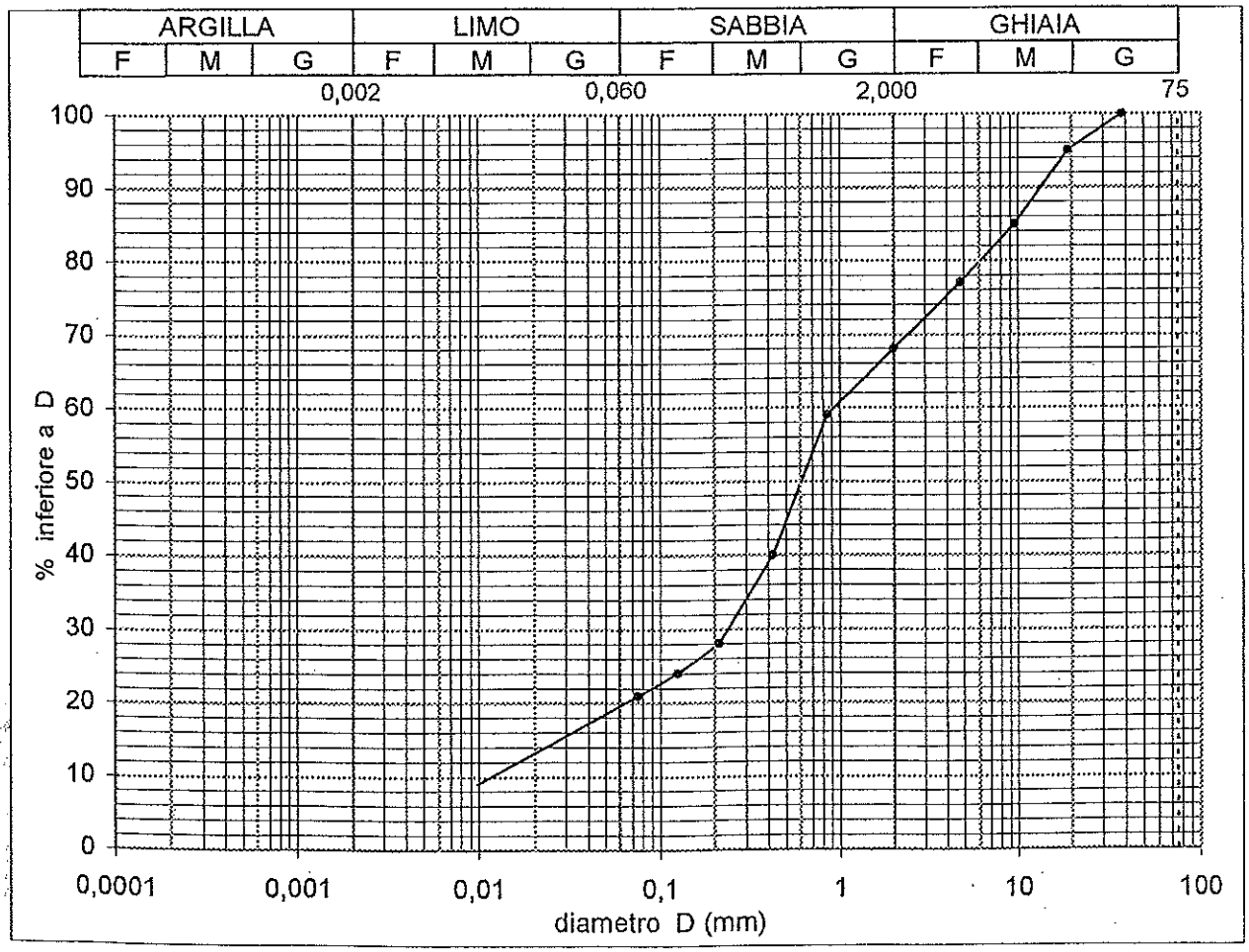
N.Labor.: **842**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-6** campione: profondità (m): 2,00 3,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	95		
# 3/8 in	9,500	85		
# 4	4,750	77		
# 10	2,000	68		
# 20	0,850	59		
# 40	0,425	40		
# 70	0,212	28		
# 120	0,125	24		
# 200	0,075	21		

GRANULOMETRIA AGI:		DIAMETRI NOTEVOLI:			
% argilla		D_{10} (mm)	0,012	D_{60}/D_{10}	81,1
% limo		D_{30} (mm)	0,238	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	5,3
% sabbia	48	D_{60} (mm)	0,935		
% ghiaia	32				



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

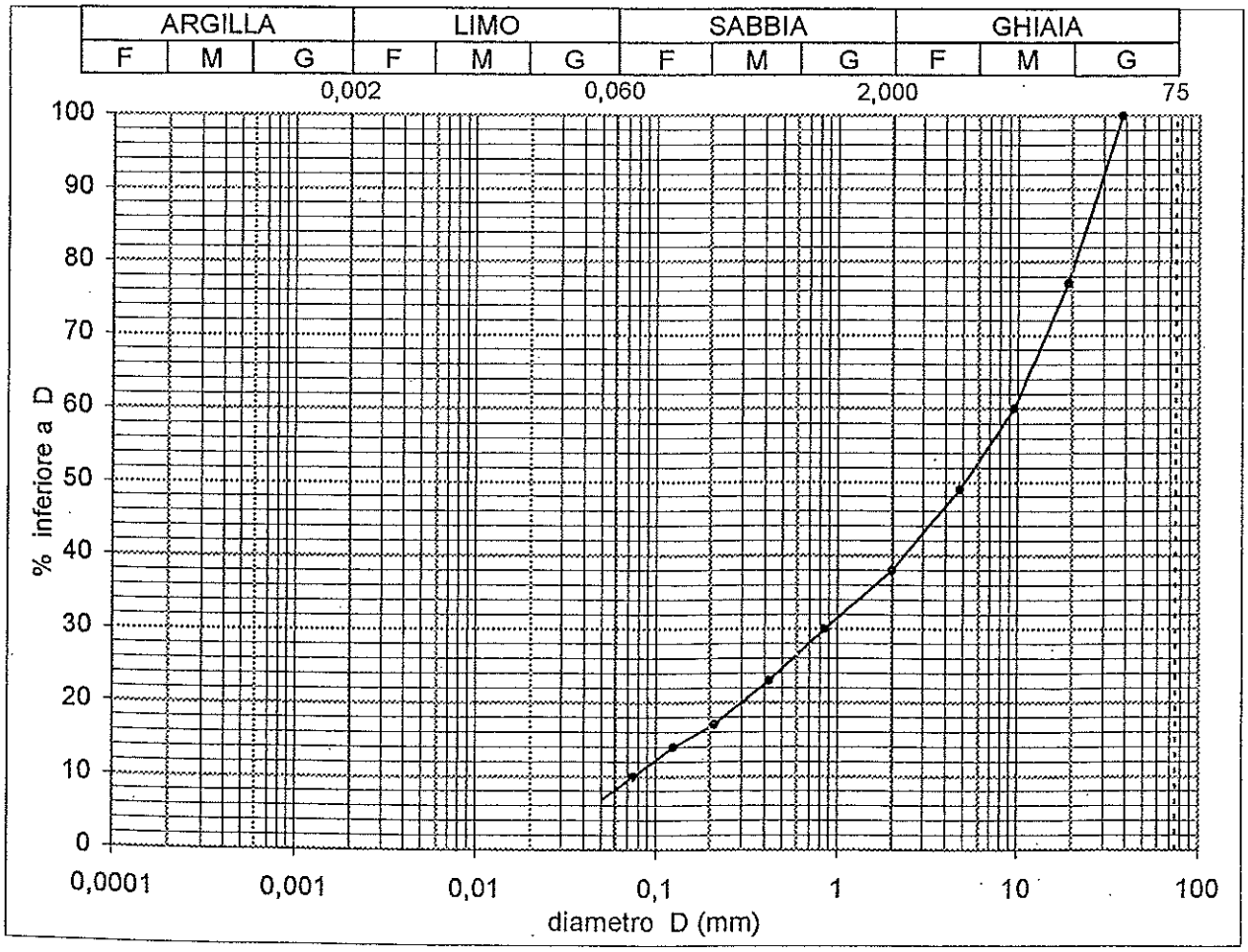
N.Labor.: **12**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-6** campione: profondità (m): 5,00 6,00

note: N. 1 ELEMENTO DIMENSIONI MAX 60 * 50 mm (SCARTATO)

setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	77		
# 3/8 in	9,500	60		
# 4	4,750	49		
# 10	2,000	38		
# 20	0,850	30		
# 40	0,425	23		
# 70	0,212	17		
# 120	0,125	14		
# 200	0,075	10		

GRANULOMETRIA AGI:		DIAMETRI NOTEVOLI:			
% argilla		D_{10} (mm)	0,075	D_{60}/D_{10}	126,7
% limo		D_{30} (mm)	0,850	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	1,0
% sabbia	30	D_{60} (mm)	9,500		
% ghiaia	62				



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **13**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-6** campione: profondità (m): 6,00 7,50

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000			
# 1,5 in	38,100	100		
# 3/4 in	19,000	78		
# 3/8 in	9,500	63		
# 4	4,750	51		
# 10	2,000	39		
# 20	0,850	31		
# 40	0,425	25		
# 70	0,212	21		
# 120	0,125	17		
# 200	0,075	14		

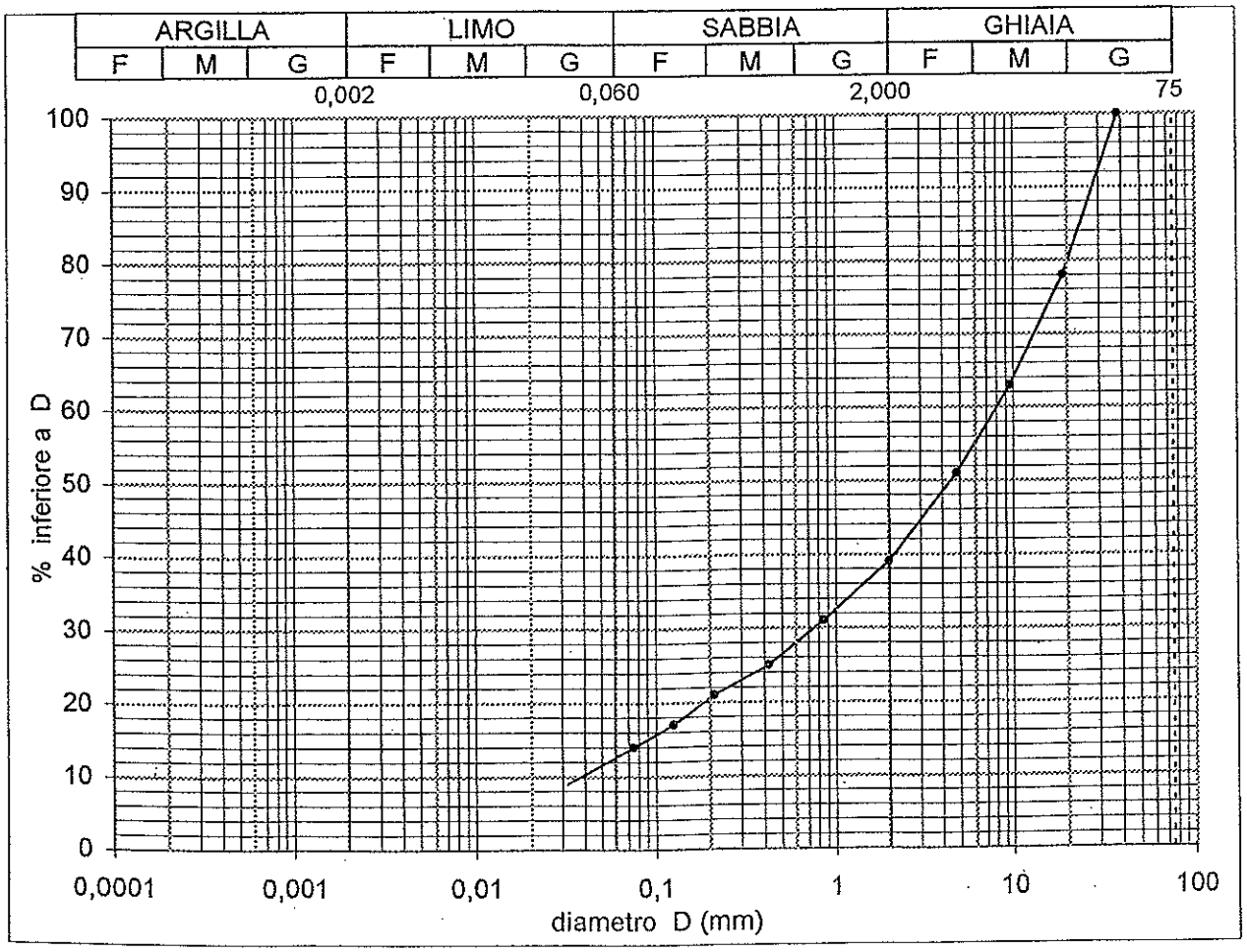
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 26
% ghiaia 61

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,038
D_{30} (mm) 0,757
D_{60} (mm) 7,989

D_{60}/D_{10} 210,5
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 1,9



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **14**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-7** campione:

profondità (m): 4,00 5,00

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	
# 1,5 in	38,100	100
# 3/4 in	19,000	80
# 3/8 in	9,500	63
# 4	4,750	48
# 10	2,000	36
# 20	0,850	26
# 40	0,425	17
# 70	0,212	12
# 120	0,125	10
# 200	0,075	8

D (mm) % < D

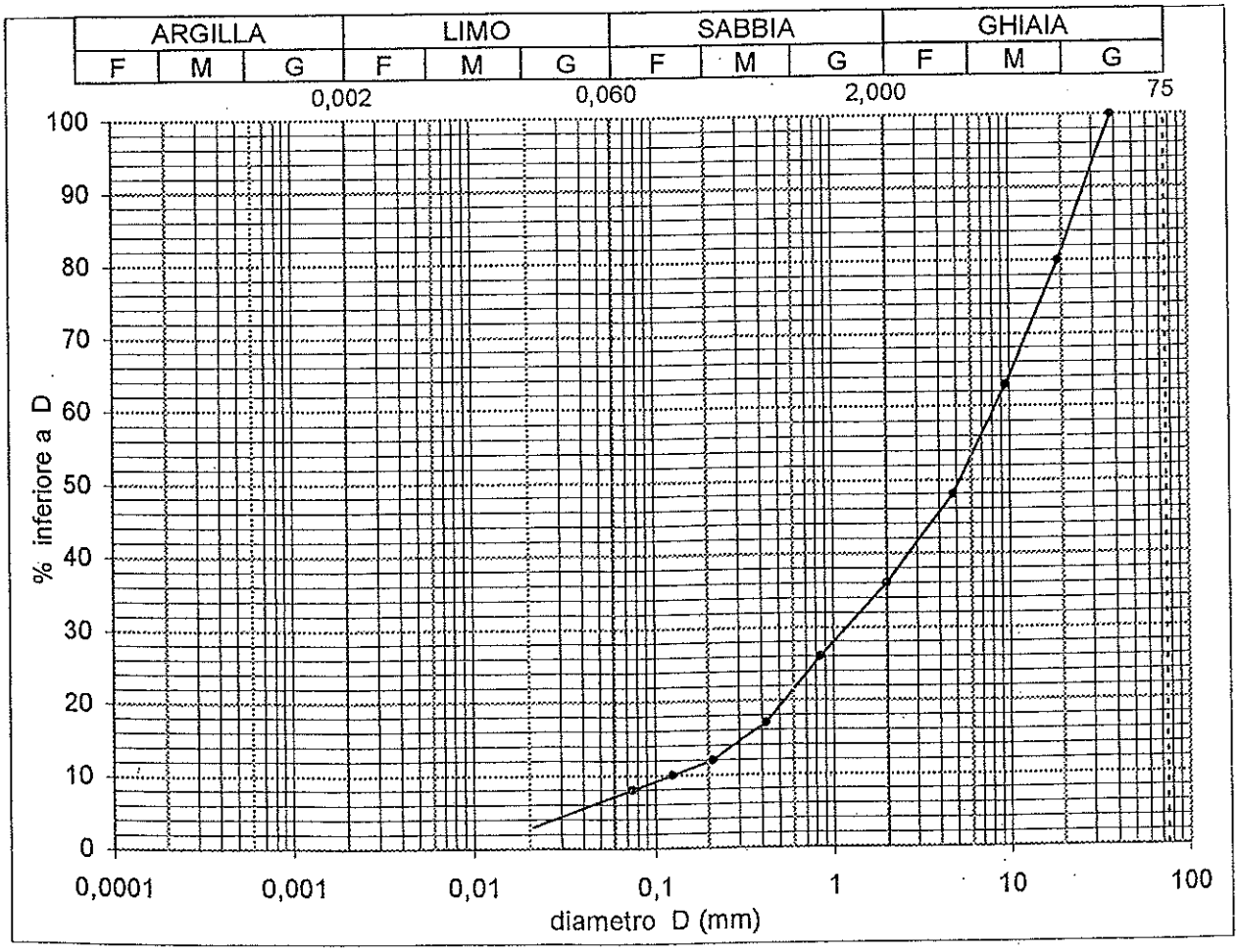
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 29
% ghiaia 64

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,125
D_{30} (mm) 1,197
D_{60} (mm) 8,270

D_{60}/D_{10} 66,2
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 1,4



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **15**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-7** campione: profondità (m): 5,00 6,00

note: N. 1 ELEMENTO DIMENSIONI MAX 100 * 70 mm (SCARTATO)

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	100
# 1,5 in	38,100	91
# 3/4 in	19,000	75
# 3/8 in	9,500	58
# 4	4,750	46
# 10	2,000	35
# 20	0,850	27
# 40	0,425	17
# 70	0,212	11
# 120	0,125	10
# 200	0,075	8

D (mm) % < D

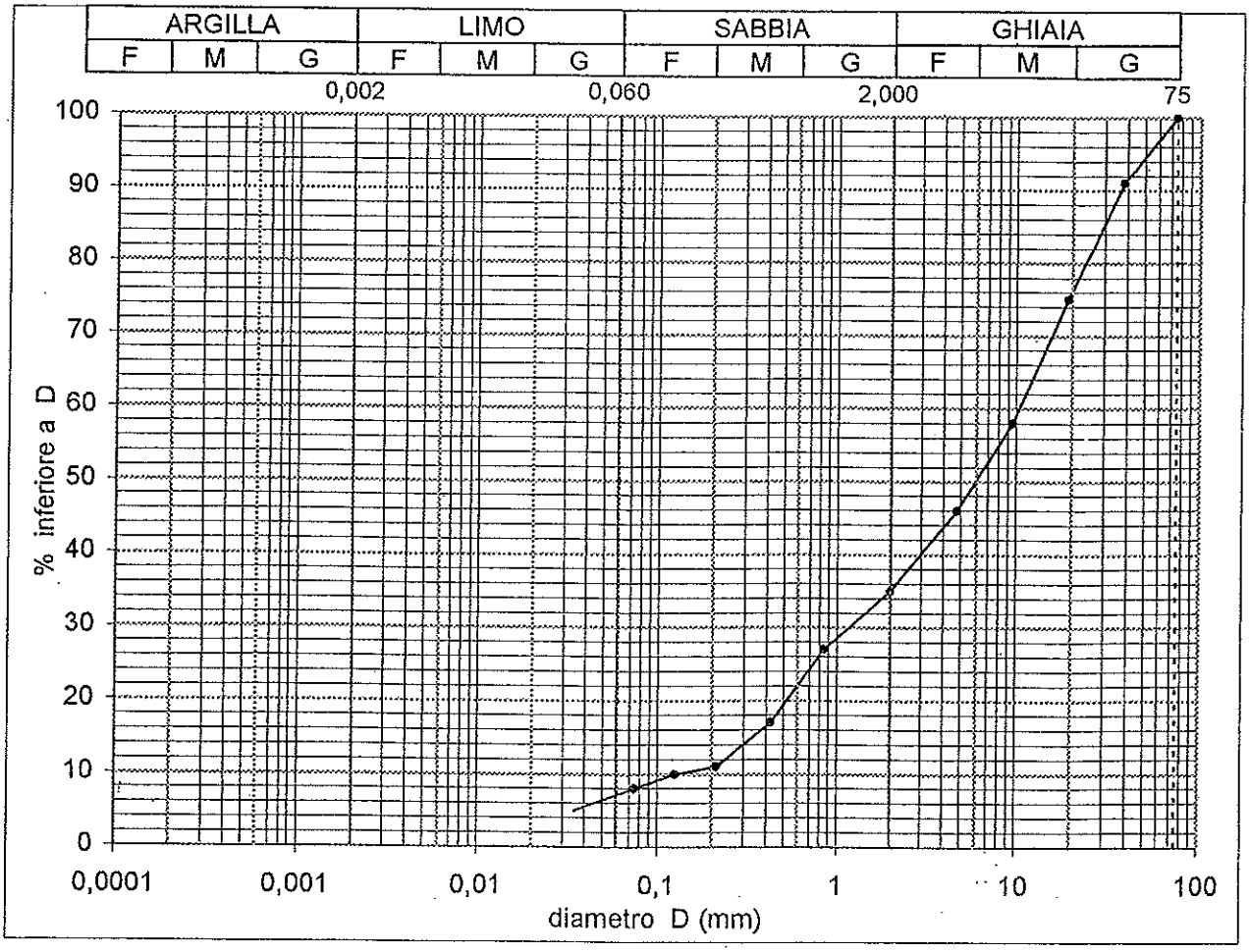
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 28
% ghiaia 65

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,125
D_{30} (mm) 1,172
D_{60} (mm) 10,307

D_{60}/D_{10} 82,5
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 1,1



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **16**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-7** campione: profondità (m): 6,00 7,00

note:

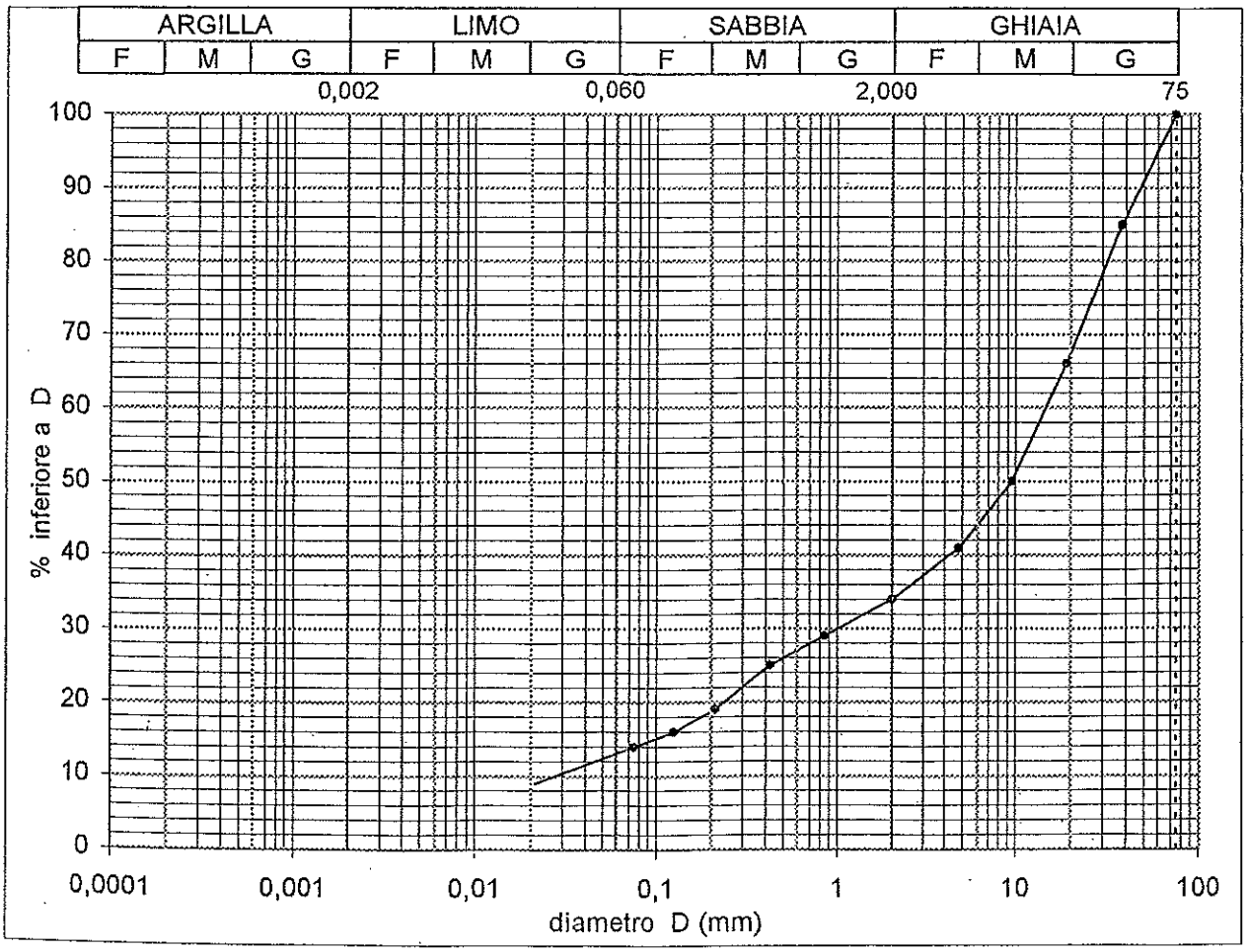
setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	100		
# 1,5 in	38,100	85		
# 3/4 in	19,000	66		
# 3/8 in	9,500	50		
# 4	4,750	41		
# 10	2,000	34		
# 20	0,850	29		
# 40	0,425	25		
# 70	0,212	19		
# 120	0,125	16		
# 200	0,075	14		

GRANULOMETRIA AGI:

% argilla	
% limo	
% sabbia	21
% ghiaia	66

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm)	0,027	D_{60}/D_{10}	542,6
D_{30} (mm)	1,009	$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$	2,6
D_{60} (mm)	14,651		



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **17**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-8** campione: profondità (m): 5,00 6,00

note: N. 1 ELEMENTO DIMENSIONI MAX 80 * 60 mm (SCARTATO)

setaccio ASTM	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	100
# 1,5 in	38,100	94
# 3/4 in	19,000	77
# 3/8 in	9,500	60
# 4	4,750	49
# 10	2,000	37
# 20	0,850	29
# 40	0,425	23
# 70	0,212	19
# 120	0,125	16
# 200	0,075	14

D (mm) % < D

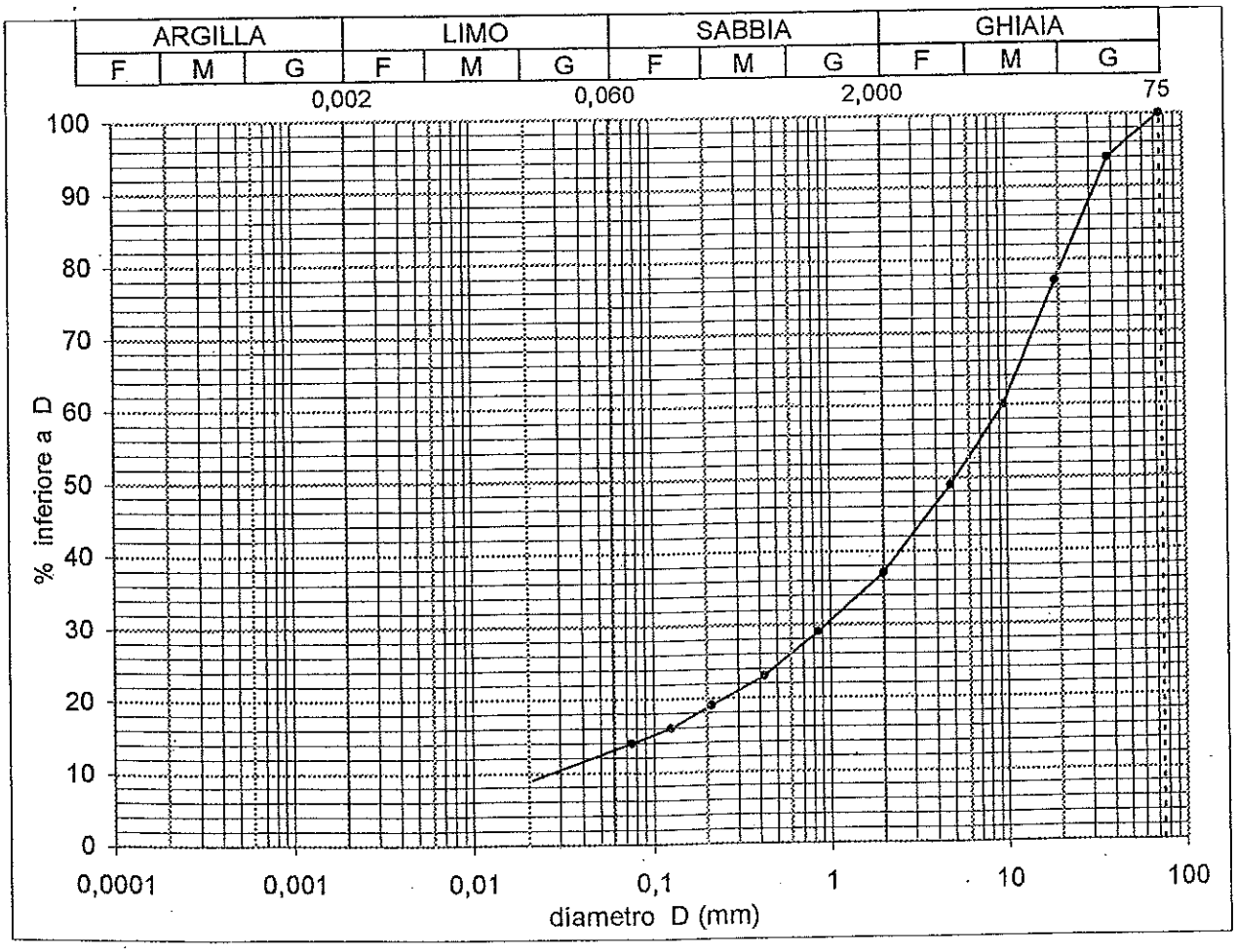
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 24
% ghiaia 63

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,027
D_{30} (mm) 0,946
D_{60} (mm) 9,500

D_{60}/D_{10} 351,9
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 3,5



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

ANALISI GRANULOMETRICA

N.Labor.: **18**

riferimento: CITTADELLA
Cantiere: SIRIO s.p.a.
Località: CITTADELLA (PD)
sondaggio: **SC-8** campione: profondità (m): 6,00 7,50

note:

setaccio ASTM	D (mm)	% < D	D (mm)	% < D
# 3,0 in	75,000	100		
# 1,5 in	38,100	94		
# 3/4 in	19,000	71		
# 3/8 in	9,500	53		
# 4	4,750	40		
# 10	2,000	29		
# 20	0,850	21		
# 40	0,425	17		
# 70	0,212	12		
# 120	0,125	10		
# 200	0,075	8		

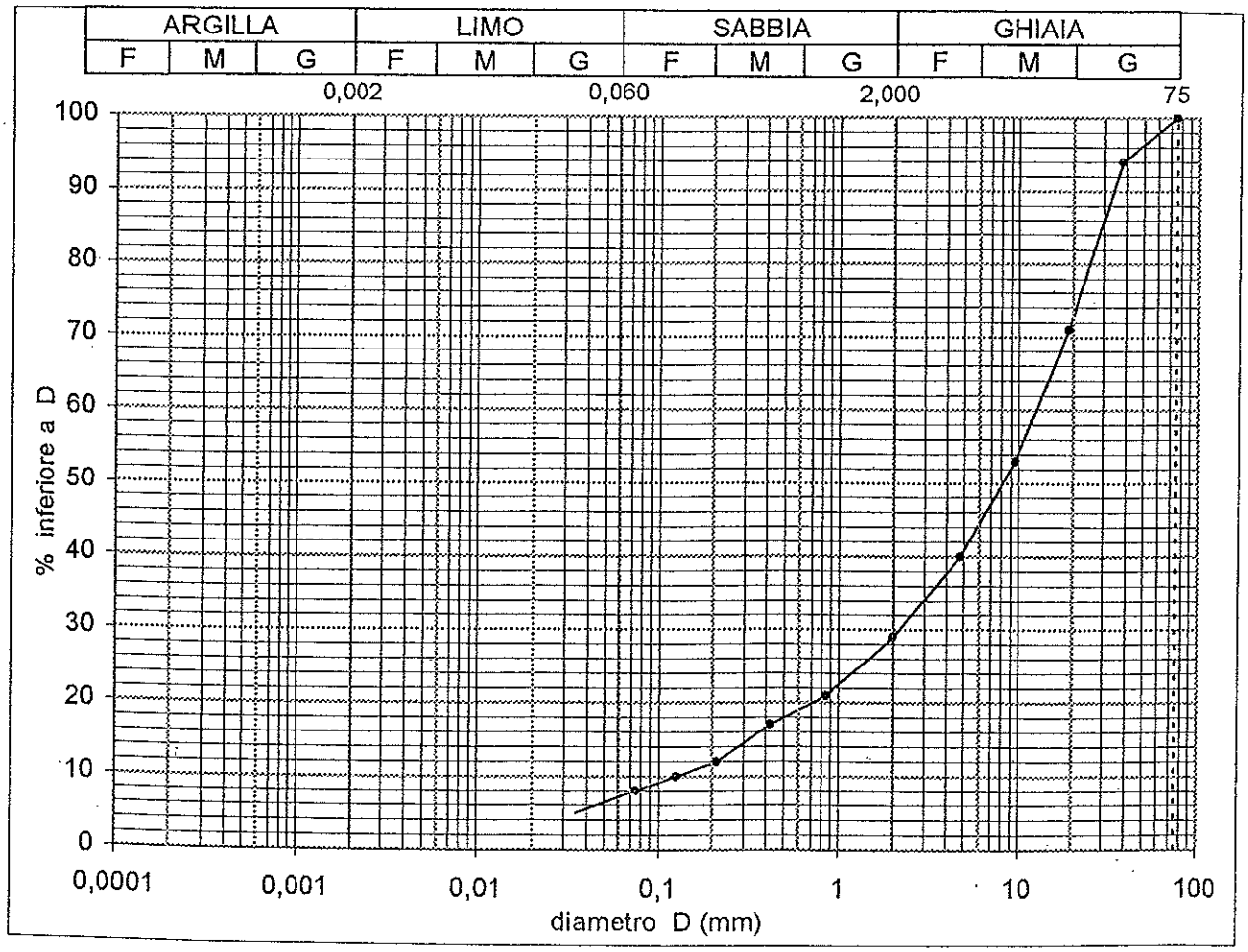
GRANULOMETRIA AGI:

% argilla
% limo
% sabbia 22
% ghiaia 71

DIAMETRI NOTEVOLI:

D_{10} (mm) 0,125
D_{30} (mm) 2,164
D_{60} (mm) 12,439

D_{60}/D_{10} 99,5
$D_{30}^2/(D_{10}D_{60})$ 3,0



Riccardo Zoppellaro - Ingegnere Geotecnico tel./fax 0425-648086 e-mail: zoppellaro@libero.it

APPENDICE 2

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 16/07/2003 Quota P.C. 0,00	Sondaggio (Sc) N. 1 Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	Scala: 1:48
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni				Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□	MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T.	●	A Rotazione	■			Operatore
Vane Test	◔	A pistone	◪			Ditta Sivieri

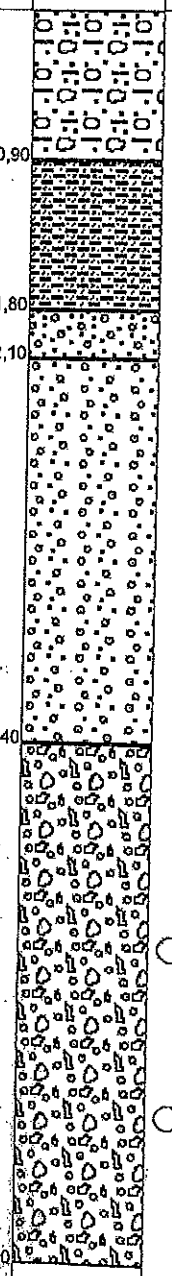
Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
					Toutvenant di ghiaia e ciottoli in matrice argilloso sabbiosa marron rossastra						
1,30					Sabbia medio fine con ghiaia fine e media						
2,00					Ghiaia medio fine e medio gossa con sabbia media debolmente limosa						
		○	1	5,00 6,00							
		○	2	6,00 7,00							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 16/07/2003 Quota P.C. 0,00	Sondaggio (Sc) N. 2	Scala: 1:48
		Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni

Carotiere Semplice ○ A Pressione □
S.P.T. ● A Rotazione ■
Vane Test ◐ A pistone ◪

Livello Acqua		Assistente
MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
		Operatore Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
					Toutvenant di ghiaia e ciottoli in matrice argilloso sabbiosa						
0,90					Argilla sabbiosa marron rossastra con elementi ghiaiosi						
1,80					Sabbia e ghiaia con argilla						
2,10					Sabbia fine e medio grossa limosa con ghiaia fine,media e grossa, presenza di ciottoli diam. 4-6 cm						
4,40		○	1	5,00 6,00	Ghiaia medio grossa con ciottoli diam. 6 - 8 cm in matrice sabbioso limosa grgiastra						
		○	2	6,00 7,00							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 15/07/2003	Sondaggio (S_C) N. 3	Scala: 1:48
	Quota P.C. 0,00	Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni				Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□	MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T.	●	A Rotazione	■			Operatore
Vane Test	◐	A pistone	◪			Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
0,50					Toutvenant di ghiaia e sabbia argillosa marrone scuro						
2,80					Argilla marrone scuro includente elementi ghiaiosi e resti di cotto						
4,00					Sabbia fine e medio grossa limosa marron grigiastra con ghiaia fine e medio grossa con qualche ciottolo diam. 4 - 6 cm						
		○	1	4,00 5,00							
		○	2	5,00 6,00	Ghiaia medio fine e medio grossa con sabbia limosa marron grigiatra e ciottoli diam. 6 - 8 cm						
		○	3	6,00 7,00							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 16/07/2003 Quota P.C. 0,00	Sondaggio (SC) N. 4 Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a Rotazione	Scala: 1:48

Committente: Soc. SIRIO Spa

Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)

Campioni				Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□	MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T.	●	A Rotazione	■			Operatore
Vane Test	◐	A pistone	◪			Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
					Toutvenant di ghiaia e ciottoli in matrice argilloso limosa						
1,00					Argilla marron rossastra includente elementi di ghiaia						
1,70					Sabbia fine e media limosa con ghiaia medio fine e medio grossa con presenza di ciottoli diam. 4 - 6 cm						
4,00					Sabbia media limosa nocciola						
4,30					Ghiaia medio grossa con ciottoli diam. 6 - 8 cm in matrice sabbiosa limosa						
		○	1	4,00 5,00							
5,00					Ghiaia prevalentemente medio grossa con ciottoli diam. 8 - 10 cm e sabbia medio grossa limosa						
		○	2	6,00 7,00							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 17/07/2003	Sondaggio (Sc) N. 5	Scala: 1:48
	Quota P.C. 0,00	Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni				Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□	MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T.	●	A Rotazione	■			Operatore
Vane Test	◐	A pistone	◪			Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
					Tuotvenant ghiaioso in matrice argillosa sabbiosa nerastra						
0,80					Ghiaia e sabbia di riporto						
1,30					Argilla con poca ghiaia						
1,60					Sabbia grossa marron rossastra						
1,90					Argilla con poca ghiaia						
2,20					Sabbia grossa con ghiaia						
2,50					Sabbia fine e media limosa grigiastra con ghiaia media e grossa						
4,20					Sabbia medio fine limosa marron nocciola con poca ghiaia						
4,70		○	1	5,00 6,00	Ghiaia medio fine e medio grossa in matrice sabbioso limosa con ciottoli diam. 4 - 6 cm						
		○	2	6,00 7,50							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 15/07/2003	Sondaggio (S_C) N. 6	Scala: 1:48
	Quota P.C. 0,00	Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni				Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□	MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T.	●	A Rotazione	■			Operatore
Vane Test	◐	A pistone	◪			Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
					Riporto argilloso sabbioso marrone chiaro con elementi ghiaiosi						
0,80					Argilla marrone scuro con elementi ghiaiosi						
1,25					Sabbia di riporto marrone						
1,50					Argilla con elementi ghiaiosi						
1,75					Sabbia di riporto con ghiaia						
2,10					Sabbia fine e media limosa marron grigiastra con ghiaia medio fine e rari ciottoli						
3,50					Sabbia grigia deb. limosa con ghiaia fine,media e grossa con ciottoli diam. 4 - 6 cm						
		○	1	5,00 6,00							
6,00					Ghiaia fine e medio grossa con ciottoli diam. 6 - 8 cm in matrice sabbioso limosa						
		○	2	6,00 7,50							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 15/07/2003 Quota P.C. 0,00	Sondaggio (S_C) N. 7	Scala: 1:48
		Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni

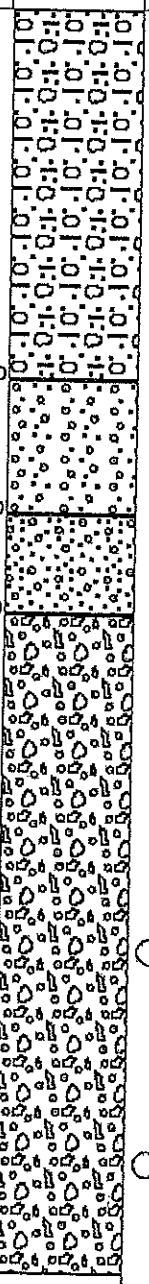
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□
S.P.T.	●	A Rotazione	■
Vane Test	◐	A pistone	◪

Livello Acqua		Assistente
MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
		Operatore Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
0,30					Riporto argilloso con ghiaia						
1,40					Argilla marrone scuro con abbondanti elementi ghiaiosi						
1,70					Riporto ghiaioso sabbioso						
3,20					Sabbia medio fine deb. limosa con ghiaia						
		○	1	4,00 5,00	Ghiaia fine,media e grossa con sabbia grigia media limosa con ciottoli diam. 5 - 7 cm						
		○	2	5,00 6,00							
		○	3	6,00 7,00							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 16/07/2003	Sondaggio (Sc) N. 8	Scala: 1:48
	Quota P.C. 0,00	Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	
Committente: Soc. SIRIO Spa		Località: Ex Firema - Cittadella (Pd)	

Campioni				Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice	○	A Pressione	□	MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T.	●	A Rotazione	■			Operatore
Vane Test	◐	A pistone	◪			Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
					Argilla marron rossastra con abbondante presenza di ghiaia medio fine e grossa						
2,20					Sabbia media marron grigiastra e ghiaia fine e medio grossa						
3,00					Sabbia media grigiastra con elementi ghiaiosi						
3,60					Ghiaia fine e media e grossa con ciottoli diam. 6 - 8 cm e sabbia medio grossa limosa grigiastra						
		○	1	5,00 6,00							
		○	2	6,00 7,50							
7,50											

Ditta: **Bertizzolo Olivo** via Guizza 171 35125 Padova Tel. 0498805070	Data di esecuzione 1/07/2003 Quota P.C. 0,00	Sondaggio (Sc) N.9 Metodo di perforaz. Carotaggio continuo Attrezzo Sonda a rotazione	Scala:
Committente: SIRIO Spa		Località: Cittadella (Pd)	

Campioni			Livello Acqua		Assistente
Carotiere Semplice ○	A Pressione □		MT dal PC	data	Bertizzolo Olivo
S.P.T. ●	A Rotazione ■		8,30		Operatore
Vane Test ◐	A pistone ◪				Ditta Sivieri

Quota da PC	Simbologia	Campioni Tipo	Campioni Num	Campioni Prof. [m]	Descrizione Stratigrafica	Poket Kg/cm²	Torvane Kg/cm²	SPT N	Vane Test Kg/cm²	Carotaggio %	Strumentazione
0,40					Toutvenant di ghiaia e sabbia						
1,00					Sabbia rossastra con ghiaia e inclusioni argillose						
3,40					Sabbia fine e medio grossa deb. limosa con ghiaia medio fine arrotondata calcarea con rari ciottoli						
6,00					Sabbia marron grigiastra fine e grossa con ghiai medio fine e medio grossa, presenza di ciottoli diam. max 4 - 6 cm			39,00 60,00 R			
8,00					Ghiaia medio grossa in matrice sabbiosa fine e grossa con ciottoli diam. max 6 - 8 cm			35,00 R			
15,00					Ghiaia grossa con ciottoli subarrotondati in matrice sabbiosa medio grossa						

APPENDICE 3

RISULTATI PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE IN ABBASSAMENTO

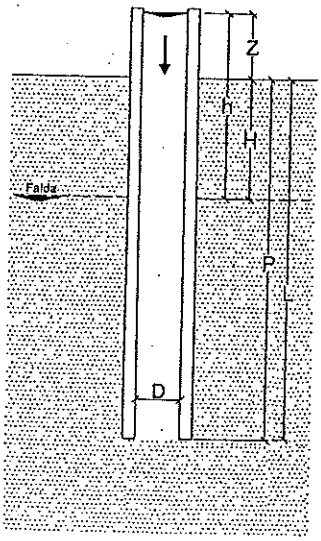
PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
IN ABBASSAMENTO

DATI GENERALI	
CANTIERE: CITTADELLA	SONDAGGIO: SC 1
COMMITTENTE: DOTT. BERTIZZOLO	PROVA N.: 1
	DATA: 16/07/03

DATI CARATTERISTICI DELLA PROVA			
Profondità del foro L (m):	6,00	Prova eseguita nell'insaturo	
Profondità rivestimento P (m):	6,00	Carico idraulico iniziale h (m)	6,73
Lunghezza tratto di prova L- P (m):	0,00		
Diametro del foro D (mm):	108		
Tipo cavità filtrante (n. di codice-vd. tabella):	4		

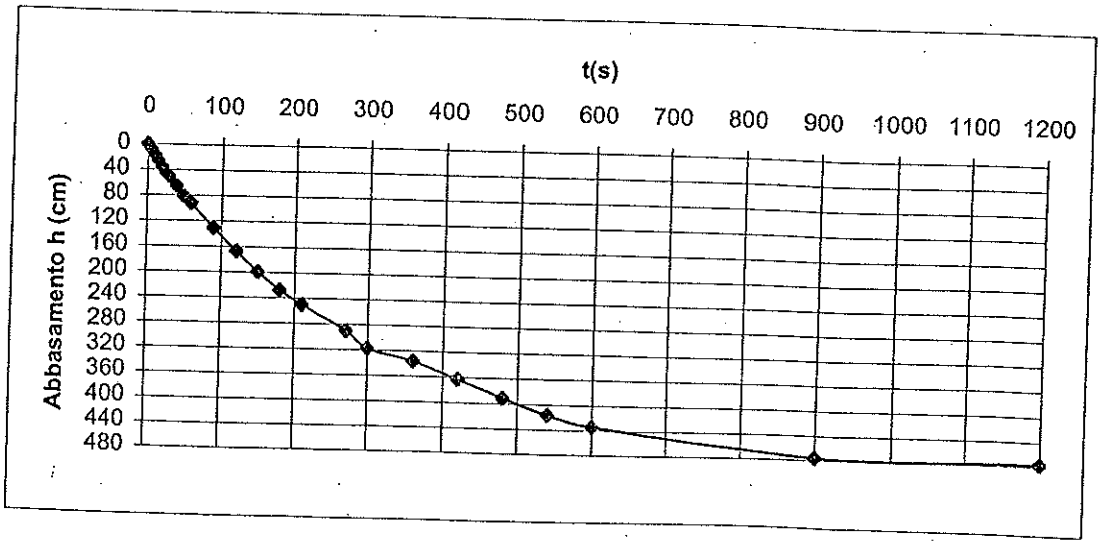
DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI FORMA F			
GEOMETRIA DELLA CAVITA'	FORMULA (sec. Wilkinson, 1968)	COD.	F
Filtro sferico in terreno uniforme	F = 2*3.14D	1	0,68
Filtro emisfer. al tetto di strato confinato	F = 3.14D	2	0,34
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F = 2D	3	0,22
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F = 2.75D	4	0,30
Filtro cilindrico al confine con strato imperm.	$F = 3*3.14\ L / l_n(3L/D + Radq(1 + (3L/D)^2))$	7	
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3*3.14\ L / l_n(1.5\ L/D + Radq(1 + (1.5\ L/D)^2))$	8	

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'	
Formula utilizzata:	K = A/FT
Area della sezione (m^2)	0,00916
Coefficiente di forma F	0,297
Tempo di riequilibrio (da tabella) (s)	567
PERMEABILITA' (cm/s)	5,44E-03



SC 1 - 6,0 m
PROVA N.1

Tempo trascorso (s)	Abbassamento (cm)	K=Coeff. di Permeabilità cm/s
0	0	----------
5	8	7,38E-03
10	17	8,41E-03
15	26	8,52E-03
20	36	9,61E-03
25	44	7,80E-03
30	51	6,90E-03
40	65	7,02E-03
50	81	8,22E-03
60	92	5,78E-03
90	131	7,14E-03
120	167	7,07E-03
150	199	6,72E-03
180	227	6,26E-03
210	250	5,44E-03
270	290	5,11E-03
300	317	7,52E-03
360	336	2,82E-03
420	363	4,29E-03
480	391	4,87E-03
540	416	4,77E-03
600	434	3,73E-03
900	476	--------
1200	476	---------



Formula utilizzata : $K= A/(F(t_2-t_1))* \ln(h_2-h_1)$

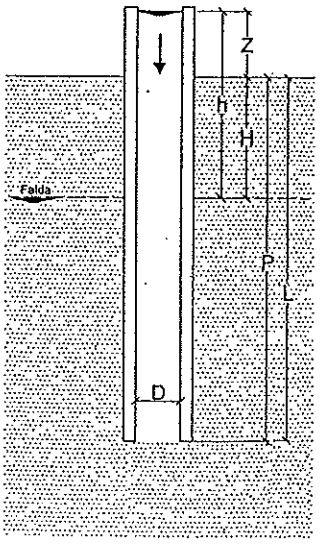
PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
IN ABBASSAMENTO

DATI GENERALI	
CANTIERE: CITTADELLA	SONDAGGIO: SC 1
COMMITTENTE: DOTT. BERTIZZOLO	PROVA N.: 2
	DATA: 17/07/03

DATI CARATTERISTICI DELLA PROVA			
Profondità del foro L (m):	7,50	Prova eseguita nell'insaturo	
Profondità rivestimento P (m):	7,50	Carico idraulico iniziale h (m)	8,25
Lunghezza tratto di prova L- P (m):	0,00		
Diametro del foro D (mm):	108		
Tipo cavità filtrante (n. di codice-vd. tabella):	4		

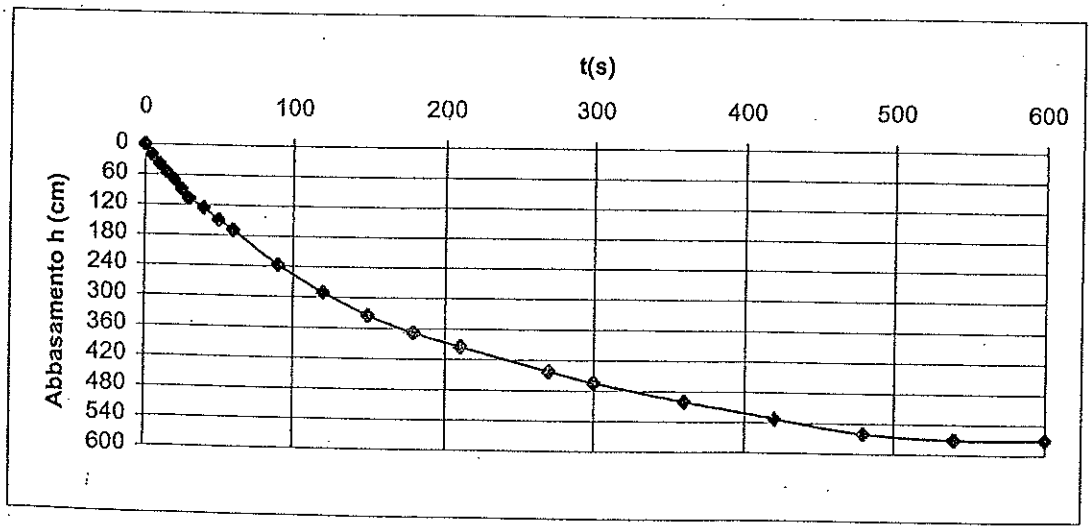
DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI FORMA F			
GEOMETRIA DELLA CAVITA'	FORMULA (sec. Wilkinson, 1968)	COD.	F
Filtro sferico in terreno uniforme	F = 2*3.14D	1	0,68
Filtro emisfer. al tetto di strato confinato	F = 3.14D	2	0,34
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F = 2D	3	0,22
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F = 2.75D	4	0,30
Filtro cilindrico al confine con strato imperm.	$F = 3*3.14\ L / l_n(3L/D + Radq(1 + (3L/D)^2))$	7	
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3*3.14\ L / l_n(1.5\ L/D + Radq(1 + (1.5\ L/D)^2))$	8	

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'	
Formula utilizzata:	K = A/FT
Area della sezione (m^2)	0,00916
Coefficiente di forma F	0,297
Tempo di riequilibrio (da tabella) (s)	397
PERMEABILITA' (cm/s)	7,76E-03



SC 1 - 7,5 m
PROVA N.2

Tempo trascorso (s)	Abbassamento (cm)	K=Coeff. di Permeabilità cm/s
0	0	----------
5	21	1,59E-02
10	38	1,32E-02
15	56	1,43E-02
20	70	1,13E-02
25	88	1,49E-02
30	107	1,61E-02
40	126	8,27E-03
50	150	1,08E-02
60	169	8,81E-03
90	237	1,13E-02
120	290	9,71E-03
150	335	9,03E-03
180	368	7,17E-03
210	395	6,26E-03
270	442	5,95E-03
300	464	6,08E-03
360	500	5,40E-03
420	532	5,33E-03
480	560	5,16E-03
540	570	--------
600	570	--------



Formula utilizzata : $K= A/(F(t_2-t_1))* \ln(h_2-h_1)$

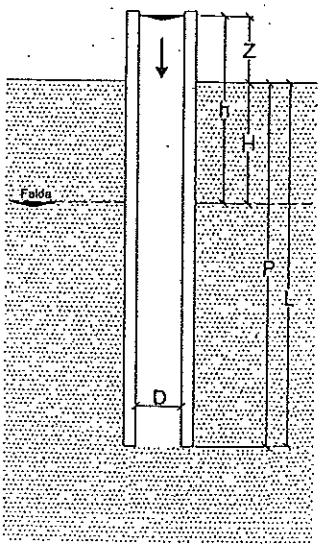
PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
IN ABBASSAMENTO

DATI GENERALI	
CANTIERE: CITTADELLA	SONDAGGIO: SC 3
COMMITTENTE: DOTT. BERTIZZOLO	PROVA N.: 1
	DATA: 14/07/03

DATI CARATTERISTICI DELLA PROVA			
Profondità del foro L (m):	7,00	Prova eseguita nell'insaturo	
Profondità rivestimento P (m):	7,00	Carico idraulico iniziale h (m)	7,92
Lunghezza tratto di prova L- P (m):	0,00		
Diametro del foro D (mm):	108		
Tipo cavità filtrante (n. di codice-vd. tabella):	4		

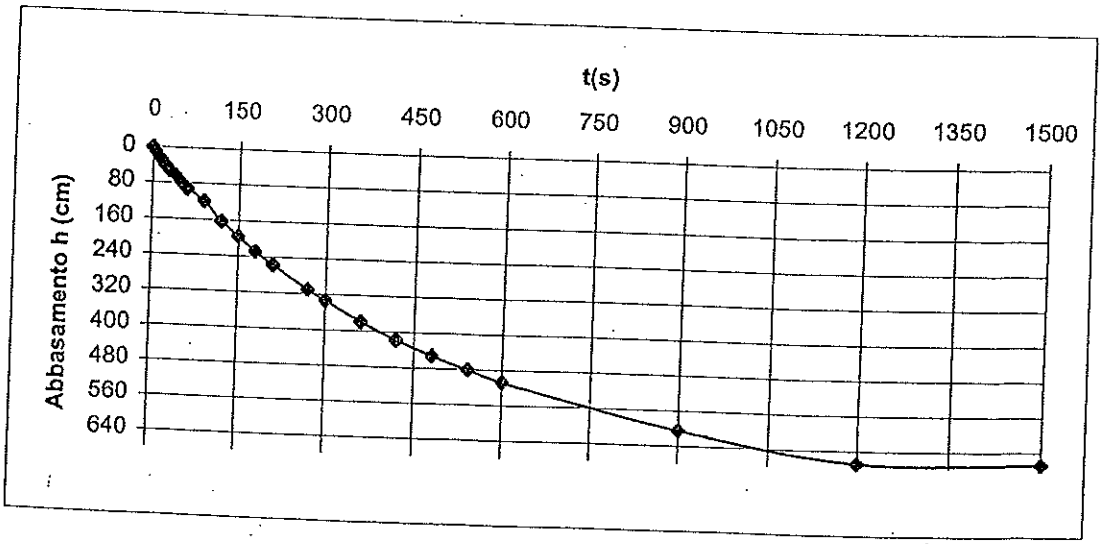
DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI FORMA F			
GEOMETRIA DELLA CAVITA'	FORMULA (sec. Wilkinson, 1968)	COD.	F
Filtro sferico in terreno uniforme	F = 2*3.14D	1	0,68
Filtro emisfer. al tetto di strato confinato	F = 3.14D	2	0,34
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F = 2D	3	0,22
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F = 2.75D	4	0,30
Filtro cilindrico al confine con strato imperm.	$F = 3*3.14\ L / l_n(3L/D + Radq(1 + (3L/D)^2))$	7	
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3*3.14\ L / l_n(1.5\ L/D + Radq(1 + (1.5\ L/D)^2))$	8	

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'	
Formula utilizzata:	K = A/FT
Area della sezione (m^2)	0,00916
Coefficiente di forma F	0,297
Tempo di riequilibrio (da tabella) (s)	581
PERMEABILITA' (cm/s)	5,30E-03



SC 3 - 7,0 m
PROVA N. 1

Tempo trascorso (s)	Abbassamento (cm)	K=Coeff. di Permeabilità cm/s
0	0	----------
5	10	7,84E-03
10	21	8,74E-03
15	28	5,63E-03
20	39	8,95E-03
25	44	4,11E-03
30	53	7,47E-03
40	63	4,20E-03
50	78	6,41E-03
60	92	6,11E-03
90	119	4,04E-03
120	163	6,95E-03
150	196	5,54E-03
180	228	5,67E-03
210	258	5,62E-03
270	310	5,27E-03
300	334	5,25E-03
360	379	5,32E-03
420	418	5,10E-03
480	451	4,75E-03
540	481	4,73E-03
600	507	4,49E-03
900	605	4,33E-03
1200	669	4,31E-03
1500	669	---------



Formula utilizzata : $K= A/(F(t_2-t_1))* \ln(h_2-h_1)$

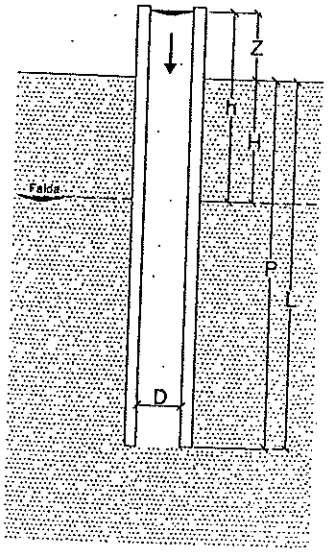
PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
IN ABBASSAMENTO

DATI GENERALI	
CANTIERE: CITTADELLA	SONDAGGIO: SC 6
COMMITTENTE: DOTT. BERTIZZOLO	PROVA N.: 1
	DATA: 11/07/03

DATI CARATTERISTICI DELLA PROVA			
Profondità del foro L (m):	6,00	Prova eseguita nell'insaturo	
Profondità rivestimento P (m):	6,00	Carico idraulico iniziale h (m)	6,68
Lunghezza tratto di prova L- P (m):	0,00		
Diametro del foro D (mm):	108		
Tipo cavità filtrante (n. di codice-vd. tabella):	4		

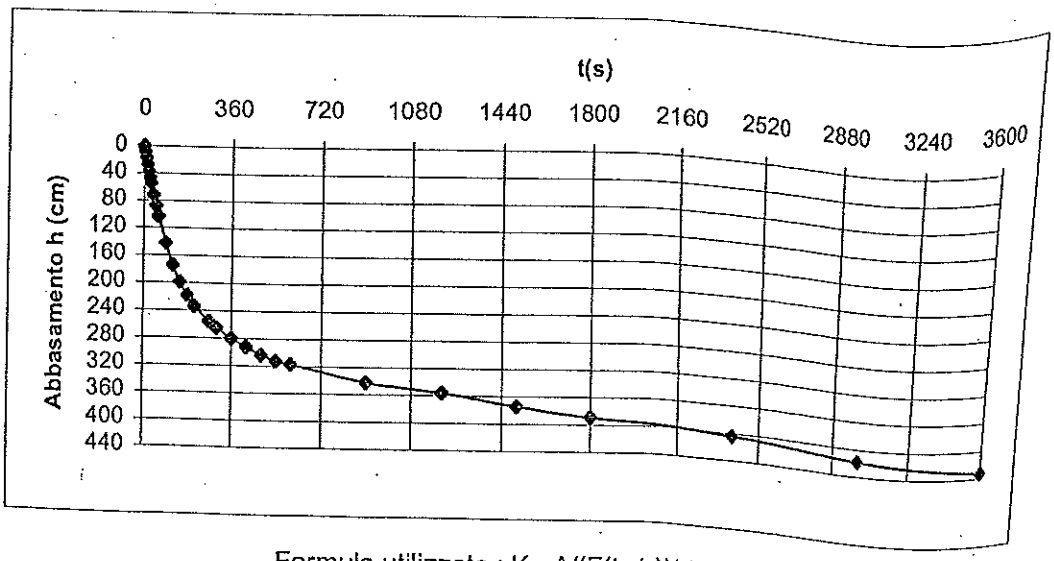
DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI FORMA F			
GEOMETRIA DELLA CAVITA'	FORMULA (sec. Wilkinson, 1968)	COD.	F
Filtro sferico in terreno uniforme	F = 2*3.14D	1	0,68
Filtro emisfer. al tetto di strato confinato	F = 3.14D	2	0,34
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F = 2D	3	0,22
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F = 2.75D	4	0,30
Filtro cilindrico al confine con strato imperm.	$F = 3*3.14\ L / l_n(3L/D + \text{Radq}(1 + (3L/D)^2))$	7	
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3*3.14\ L / l_n(1.5\ L/D + \text{Radq}(1 + (1.5\ L/D)^2))$	8	

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'	
Formula utilizzata:	K = A/FT
Area della sezione (m^2)	0,00916
Coefficiente di forma F	0,297
Tempo di riequilibrio (da tabella) (s)	3122
PERMEABILITA' (cm/s)	9,88E-04



SC 6 - 6,0 m
PROVA N. 1

Tempo trascorso (s)	Abbassamento (cm)	K=Coeff. di Permeabilità cm/s
0	0	----------
5	8	7,43E-03
10	17	8,47E-03
15	27	9,55E-03
20	37	9,70E-03
25	47	9,85E-03
30	55	8,00E-03
40	72	8,67E-03
50	88	8,39E-03
60	103	8,08E-03
90	142	7,35E-03
120	174	6,45E-03
150	199	5,34E-03
180	218	4,25E-03
210	234	3,72E-03
270	256	2,67E-03
300	265	2,27E-03
360	280	1,95E-03
420	292	1,61E-03
480	304	1,67E-03
540	312	1,14E-03
600	317	7,27E-04
900	342	7,60E-04
1200	356	4,51E-04
1500	374	6,11E-04
1800	389	5,38E-04
2400	404	2,84E-04
3000	418	2,80E-04
3600	432	2,96E-04



Formula utilizzata : $K= A/(F(t_2-t_1))^* \ln(h_2-h_1)$

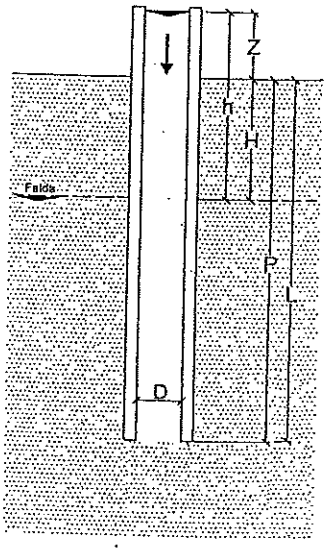
PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
IN ABBASSAMENTO

DATI GENERALI	
CANTIERE: CITTADELLA	SONDAGGIO: SC 6
COMMITTENTE: DOTT. BERTIZZOLO	PROVA N.: 2
	DATA: 11/07/03

DATI CARATTERISTICI DELLA PROVA			
Profondità del foro L (m):	7,50	Prova eseguita nell'insaturo	
Profondità rivestimento P (m):	7,50	Carico idraulico iniziale h (m)	8,15
Lunghezza tratto di prova L- P (m):	0,00		
Diametro del foro D (mm):	108		
Tipo cavità filtrante (n. di codice-vd. tabella):	4		

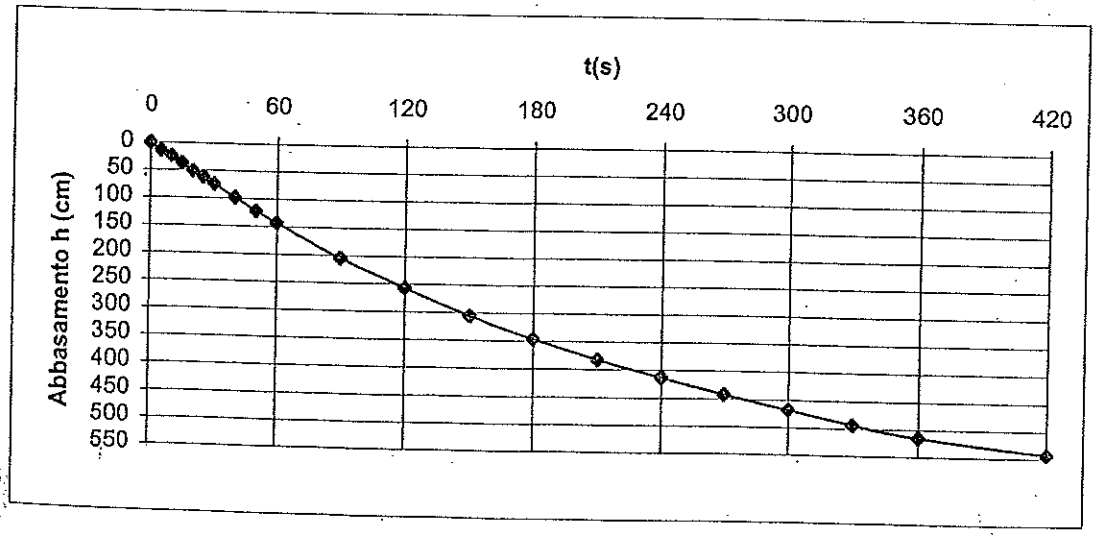
DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI FORMA F			
GEOMETRIA DELLA CAVITA'	FORMULA (sec. Wilkinson, 1968)	COD.	F
Filtro sferico in terreno uniforme	F = 2*3.14D	1	0,68
Filtro emisfer. al tetto di strato confinato	F = 3.14D	2	0,34
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F = 2D	3	0,22
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F = 2.75D	4	0,30
Filtro cilindrico al confine con strato imperm.	$F = 3*3.14\ L / l_n(3L/D + Radq(1 + (3L/D)^2))$	7	
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3*3.14\ L / l_n(1.5\ L/D + Radq(1 + (1.5\ L/D)^2))$	8	

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'	
Formula utilizzata:	K = A/FT
Area della sezione (m^2)	0,00916
Coefficiente di forma F	0,297
Tempo di riequilibrio (da tabella) (s)	358
PERMEABILITA' (cm/s)	8,61E-03



SC 6 - 7,5 m
PROVA N.2

Tempo trascorso (s)	Abbassamento (cm)	K=Coeff. di Permeabilità cm/s
0	0	----------
5	14	1,07E-02
10	24	7,75E-03
15	37	1,02E-02
20	51	1,12E-02
25	62	8,95E-03
30	74	9,91E-03
40	98	1,02E-02
50	122	1,05E-02
60	143	9,49E-03
90	205	9,95E-03
120	257	9,16E-03
150	305	9,25E-03
180	346	8,62E-03
210	382	8,21E-03
240	413	7,64E-03
270	442	7,70E-03
300	468	7,43E-03
330	493	7,69E-03
360	515	7,28E-03
420	543	5,04E-03



Formula utilizzata : $K= A/(F(t_2-t_1))* \ln(h_2-h_1)$

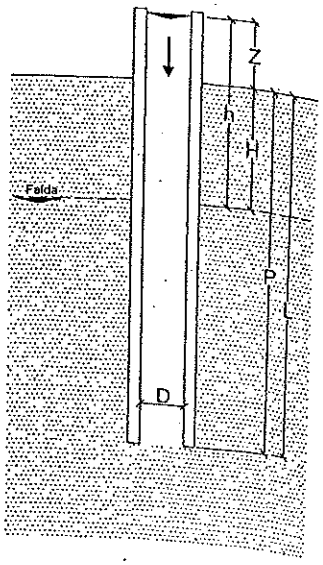
PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC A CARICO VARIABILE
IN ABBASSAMENTO

DATI GENERALI	
CANTIERE: CITTADELLA	SONDAGGIO: SC 8
COMMITTENTE: DOTT. BERTIZZOLO	PROVA N.: 1
	DATA: 15/07/03

DATI CARATTERISTICI DELLA PROVA			
Profondità del foro L (m):	7,50	Prova eseguita nell'isaturo	
Profondità rivestimento P (m):	7,50	Carico idraulico iniziale h (m)	8,21
Lunghezza tratto di prova L- P (m):	0,00		
Diametro del foro D (mm):	108		
Tipo cavità filtrante (n. di codice-vd. tabella):	4		

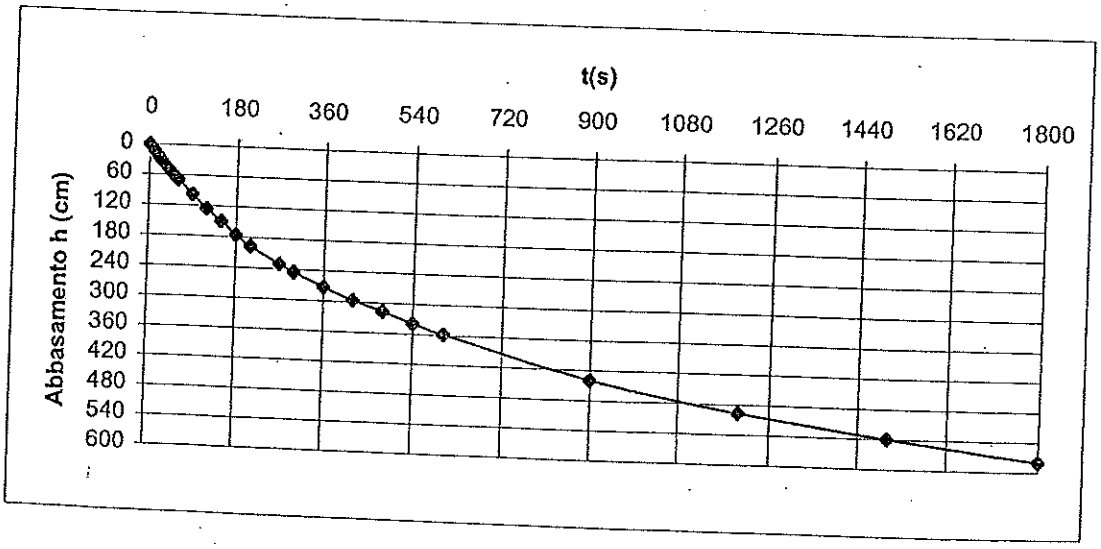
DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI FORMA F			
GEOMETRIA DELLA CAVITA'	FORMULA (sec. Wilkinson, 1968)	COD.	F
Filtro sferico in terreno uniforme	F = 2*3.14D	1	0,68
Filtro emisfer. al tetto di strato confinato	F = 3.14D	2	0,34
Fondo filtrante piano al tetto di str. confinato	F = 2D	3	0,22
Fondo filtrante piano in terreno uniforme	F = 2.75D	4	0,30
Filtro cilindrico al confine con strato imperm.	$F = 3*3.14\ L / l_n(3L/D + Radq(1 + (3L/D)^2))$	7	
Filtro cilindrico in terreno uniforme	$F = 3*3.14\ L / l_n(1.5\ L/D + Radq(1 + (1.5\ L/D)^2))$	8	

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'	
Formula utilizzata:	K = A/FT
Area della sezione (m^2)	0,00916
Coefficiente di forma F	0,297
Tempo di riequilibrio (da tabella) (s)	1345
PERMEABILITA' (cm/s)	2,29E-03



SC 8 - 7,5 m
PROVA N.1

Tempo trascorso (s)	Abbassamento (cm)	K=Coeff. di Permeabilità cm/s
0	0	----------
5	6	4,52E-03
10	13	5,32E-03
15	19	4,60E-03
20	26	5,41E-03
25	32	4,67E-03
30	38	4,71E-03
40	49	4,36E-03
50	60	4,43E-03
60	70	4,08E-03
90	98	3,91E-03
120	126	4,06E-03
150	150	3,61E-03
180	176	4,06E-03
210	197	3,40E-03
270	230	2,79E-03
300	245	2,64E-03
360	272	2,47E-03
420	297	2,40E-03
480	317	2,00E-03
540	339	2,29E-03
600	358	2,07E-03
900	439	1,98E-03
1200	497	1,69E-03
1500	539	1,43E-03
1800	579	1,57E-03



Formula utilizzata : $K= A/(F(t_2-t_1))* \ln(h_2-h_1)$

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

COMUNE DI CITTADELLA

Provincia di Padova

PROGETTO PER L'URBANIZZAZIONE DEL P.D.L.

"SAN MARCO"

Località: CITTADELLA (PD)

VALUTAZIONE DI

COMPATIBILITA' IDRAULICA

Dicembre 2003

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA - ROVIGO - Dott.Ing. RICCARDO ZOPPELLARO ALBO N.233

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE DEL VENETO Dr. Geol. OLIVO BERTIZZOLO N° 93

PREMESSA

La presente relazione di compatibilità idraulica fa riferimento ai contenuti della deliberazione della Giunta regionale del Veneto n. 3637 del 13 dicembre 2002.

Tale deliberazione si applica a tutti gli strumenti urbanistici generali o varianti generali o varianti per i quali viene prevista *"una specifica Valutazione di compatibilità idraulica dalla quale si desuma, in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, che non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, di tale livello ..."*. Nella valutazione vengono "*verificate le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali*"; vengono inoltre "*individuate idonee misure compensative*" .... "*finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici*".

Viene "*definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti*" ...; vengono poi "*stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi*".

IPOTESI PROGETTUALI

Secondo i dati di progetto forniti, si fa riferimento alle seguenti superfici:

STATO DI FATTO EX OFFICINE DI CITTADELLA:

superficie territoriale totale: A = 162.890 m^2 = 16,3 ha.

superficie impermeabile totale: Ai = 110.992 m^2 = 11,1 ha

capannoni e tettoie: 65.822 m^2

piazzali: 45.170 m^2

superficie permeabile totale (a verde): Ap = 51.898 m^2 = 5,2 ha

STATO DI PROGETTO P.D.L. SAN MARCO (SITUAZIONE FUTURA):

superficie territoriale totale: A = 162.890 m^2 = 16,3 ha.

superficie impermeabile totale: Ai = 110.794 m^2 = 11,1 ha

strade: 14.860 m^2

piazze e marciapiedi: 14.000 m^2

parcheggi: 23.900 m^2

coperture fabbricati: 58.034 m^2

superficie permeabile totale (a verde): Ap = 52.096m^2 = 5,2 ha

verde pubblico: 15.792 m^2

verde privato: 36.304 m^2.

La situazione di progetto futura risulta pertanto invariata rispetto alla situazione attuale.

L'aliquota di aree impermeabili risulta pari a:

$$I_m = Ai / A = 11,1 / 16,3 = 0,68.$$

Sempre secondo i dati di progetto forniti, nella situazione attuale l'intero volume di afflusso, derivante dalla precipitazioni, viene smaltito nel sottosuolo per infiltrazione. Al di fuori dell'area in oggetto non viene convogliata alcuna portata, se non in casi eccezionali.

Ai fini dello smaltimento risultano attualmente presenti n. 3 bacini di infiltrazione, di forma trapezoidale, aventi le seguenti dimensioni (approssimativamente):

- bacino 1: base: 9,00 * 25,00 m sommità: 15,00 *32,00 m altezza: 6,00 m
  superficie disperdente: S = 480 m^2 volume invaso: V = 2052 m^3

- bacino 2: base: 160,00 * 3,00 m sommità: 165,00 *6,00 m altezza: 3,00 m
  superficie disperdente: S = 990 m^2 volume: V = 2194 m^3

- bacino 3: base: 15,00 * 25,00 m sommità: 20,00 *30,00 m altezza: 4,00 m
  superficie disperdente: S = 600 m^2 volume: V = 1925 m^3.

Si fa presente che il bacino 3 risulta in parte non utilizzato per presumibile presenza di materiale impermeabile sul fondo.

Il volume di invaso complessivo dei bacini esistenti risulta pari a circa 6.200 m^3, corrispondenti a una superficie disperdente complessiva dell'ordine di 2000 m^2.

Nello spirito della delibera in oggetto, considerata l'invariabilità delle superfici con simili caratteristiche di permeabilità del suolo, sotto il profilo idraulico viene preso in considerazione il mantenimento dell'attuale situazione, e precisamente:

- smaltimento nel sottosuolo del volume di afflusso (con creazione di idonei invasi)
- portata nulla nella rete di bonifica (salvo eventi eccezionali).

Per quanto concerne la permeabilità del sottosuolo, ai fini della filtrazione, con riferimento ai risultati delle analisi granulometriche si registra la presenza di ghiaie-sabbiose-limose, con frazione fine (diametro particelle $d < 0{,}060$ mm) variabile generalmente nell'intervallo 6-15% (vedi TAV. 1)

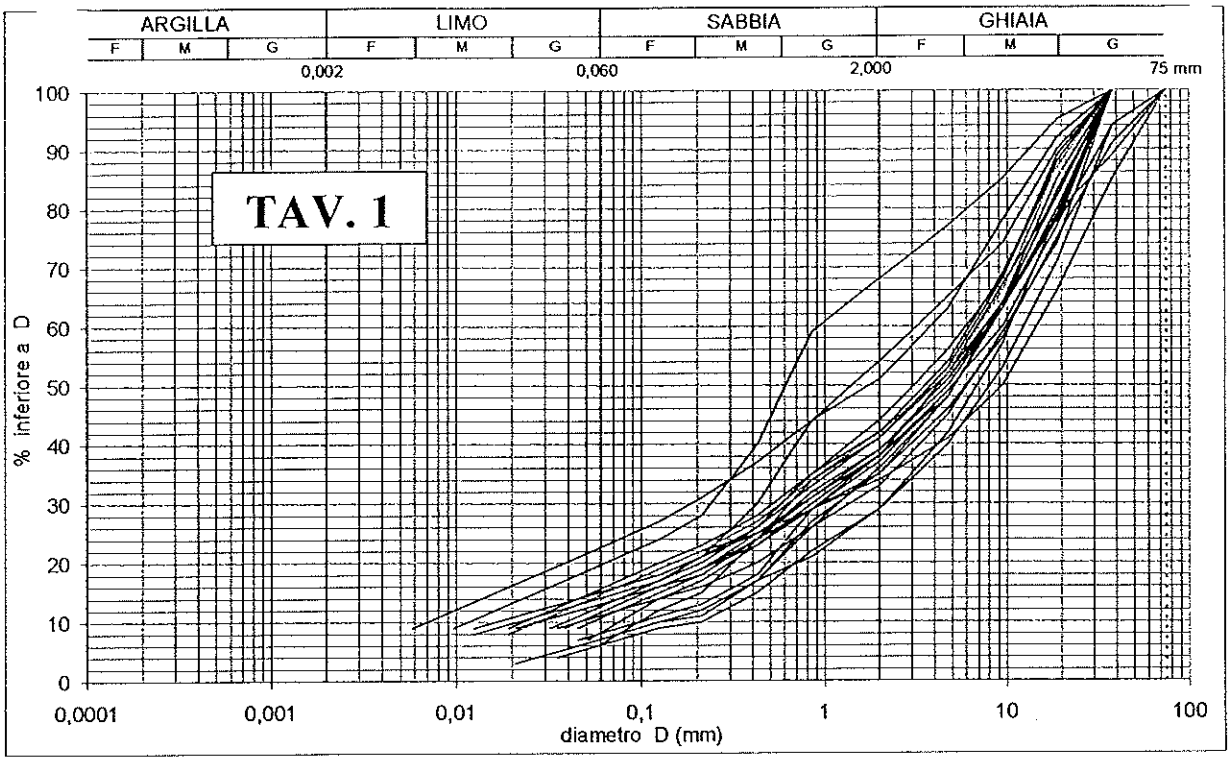
Dalle prove di permeabilità diretta (a carico variabile) eseguito entro i fori di sondaggio si rilevano valori non elevati del coefficiente di permeabilità K, variabili nell'intervallo $1 * 10^{-5} \div 1 * 10^{-4}$ m/s, in buon accordo con le valutazioni condotte in base alla granulometria (vedi TAV. 2).

Nei calcoli si è fatto riferimento prudenzialmente al valore:

$$k = 1{,}5 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

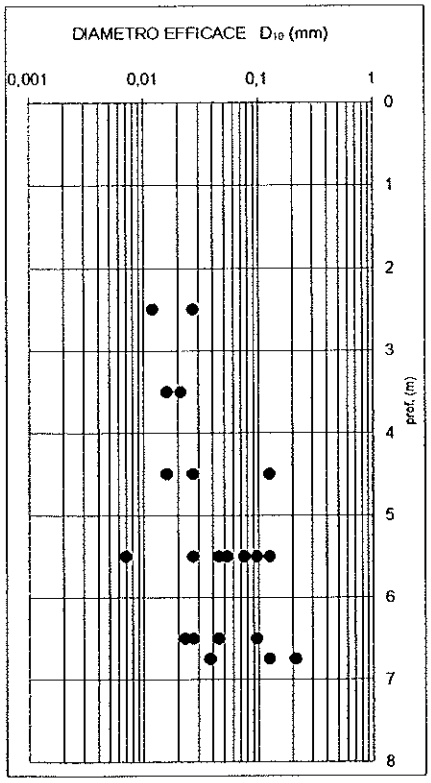
prossimo al minimo assoluto registrato.

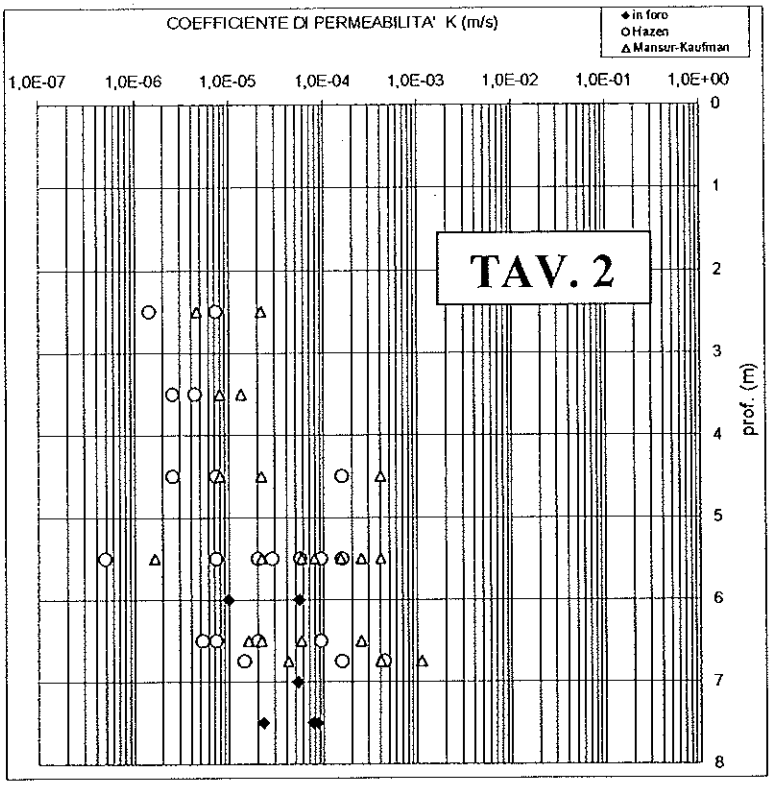
Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO c-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086



CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA'

CITTADELLA (PD)





Per garantire l'infiltrazione nel sottosuolo viene prevista la realizzazione di un adeguato sistema drenante (alla stregua dei pozzi disperdenti), con relativo serbatoio di invaso.

Tutto ciò premesso, nel seguito si fa riferimento a precipitazioni di breve durata, relative alla stazione pluviografica di Cittadella, rilevate dagli Annali Idrologici (parte prima) per un periodo di osservazione di 41 anni: dal 1955 al 1995.

I dati suddetti (relativi a precipitazioni massime annuali di durata inferiore a 1 ora e di durata compresa fra 1 ora e 24 ore), sono stati elaborati con il metodo di Gumbel, relativamente a diversi tempi di ritorno (vedi elaborazioni in APPENDICE).

Nell'ipotesi di tempo ritorno TR = 20 anni (condizione normalmente adottata per le valutazioni di compatibilità idraulica), si sono ricavate le seguenti linee segnalatrici di possibilità climatica (vedi TAV. 3):

$h\ (mm) = 51\ t^{0,45}$ t (ore) (durata inferiore a 1 ora)

$h\ (mm) = 51\ t^{0,21}$ t (ore) (durata superiore a 1 ora).

Volendo invece considerare il caso più critico di precipitazione verificatasi nel passato (anno 1989), si ricavano le seguenti linee segnalatrici (vedi TAV. 4):

$h\ (mm) = 60\ t^{0,47}$ t (ore) (durata inferiore a 1 ora)

$h\ (mm) = 60\ t^{0,19}$ t (ore) (durata superiore a 1 ora).

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

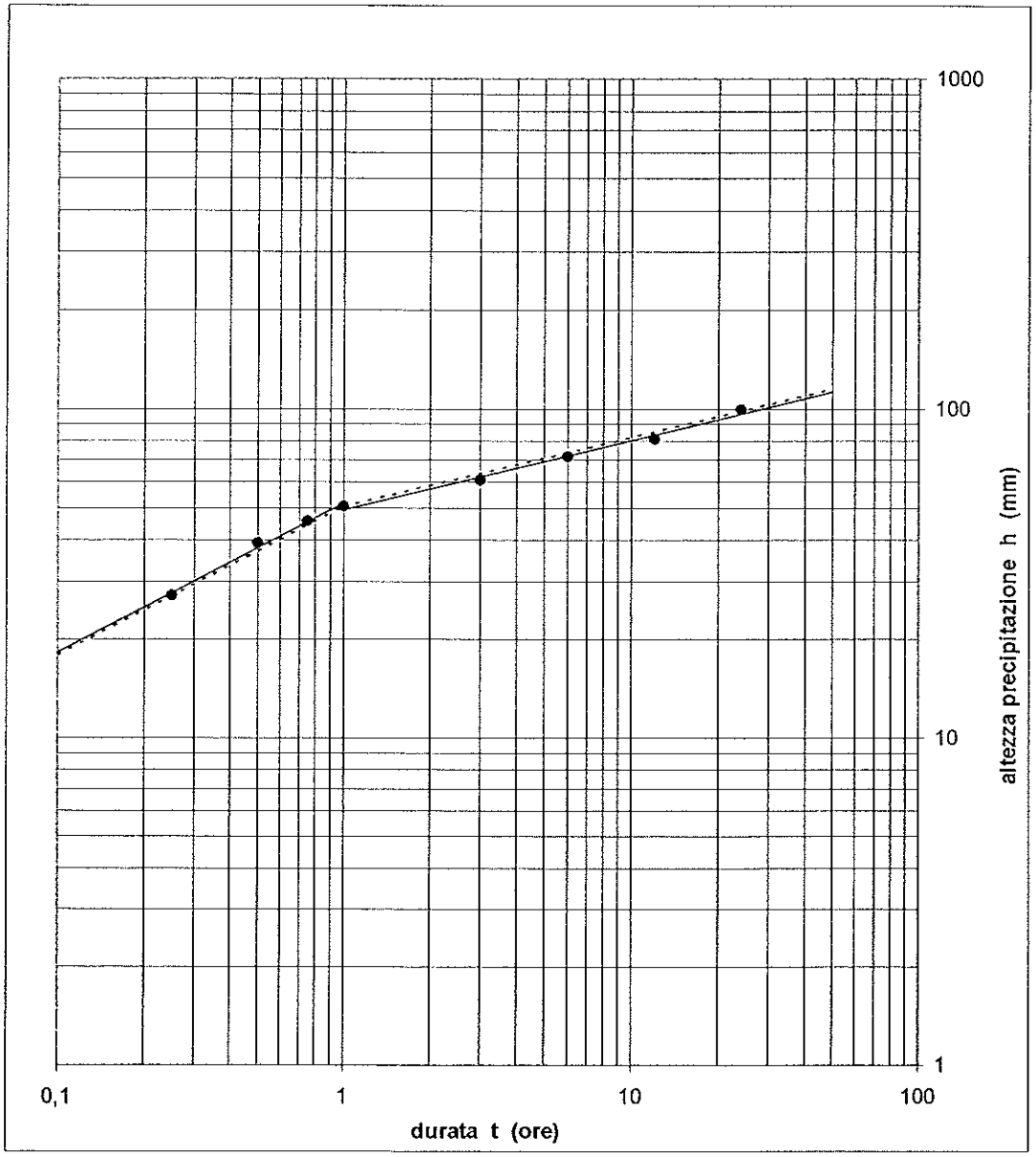
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 20

TAV. 3

$h = a\ t^n$ h (mm) t (ore)

durata precipitazioni t < 1 ora	a = 51	n = 0,45
durata precipitazioni t > 1 ora	a = 51	n = 0,21



Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

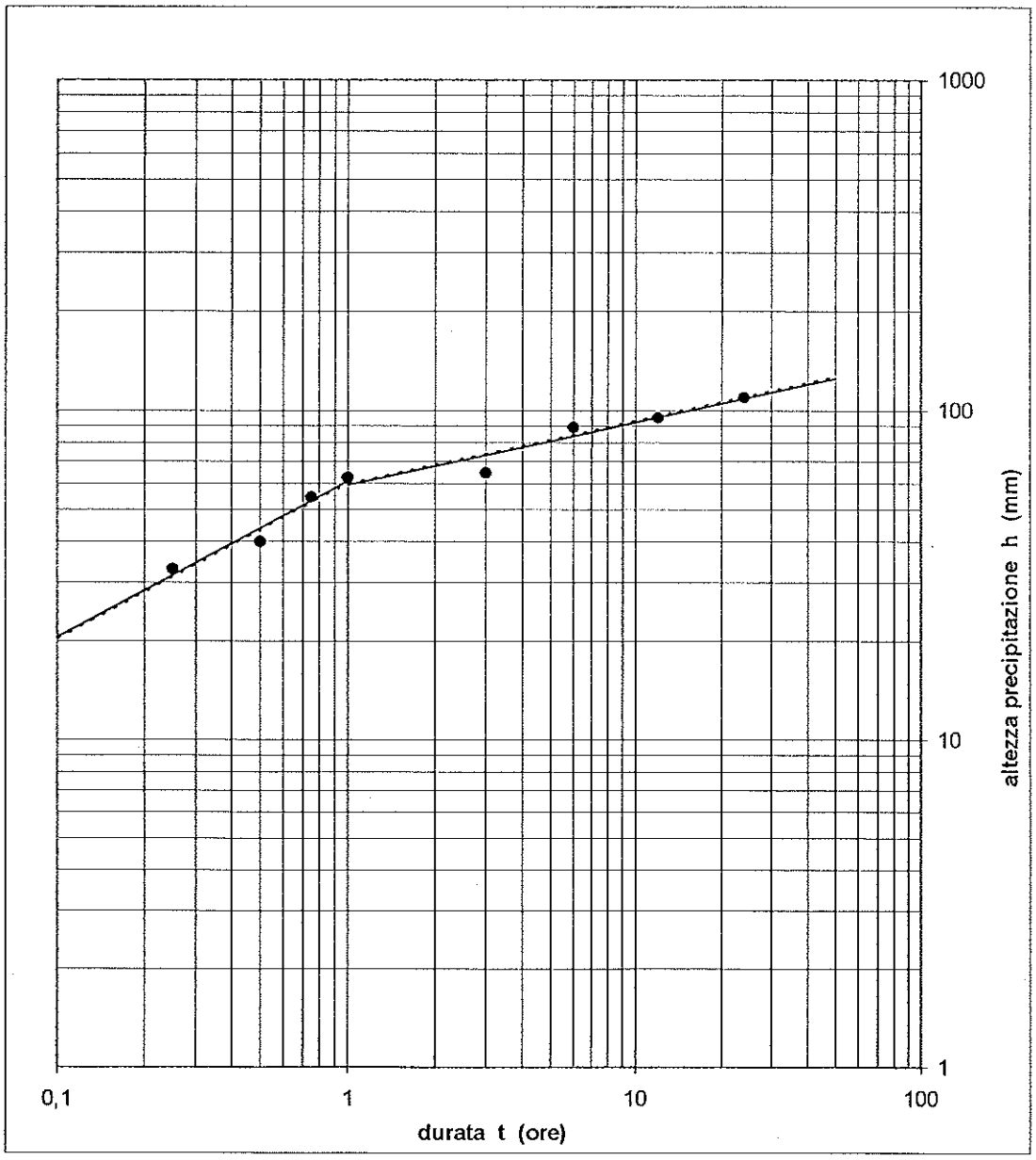
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

CASO CRITICO 1

TAV. 4

$h = a\ t^n$ h (mm) t (ore)

durata precipitazioni t < 1 ora	a = 60	n = 0,47
durata precipitazioni t > 1 ora	a = 60	n = 0,19



VALUTAZIONI IDRAULICHE

Con riferimento alle seguenti ipotesi:

velocità media di moto uniforme nella rete: $v = 1{,}0$ m/s

percorso massimo: $L = 500$ m

tempo entrata acqua in fognatura: $te = 300$ s = 5'

si perviene alle seguenti valutazioni del tempo di corrivazione:

$tc = te + \Sigma t = te + L / v = 800$ s = 15' = 0,25 ore

Per la valutazione della portata di afflusso si fa riferimento al metodo cinematico (metodo razionale).

Per quanto concerne le precipitazioni, considerata la delicatezza dell'intervento in esame, viene preso in considerazione l'evento relativo al 1° caso critico (anziché quello relativo a un tempo di ritorno Tr = 20 anni, come avviene normalmente).

La portata massima viene valutata in base alla nota espressione:

$$Qa.max = \Psi \; h \; A / tc = 3512 \text{ litri/s}$$

ove:

h = 31 mm = altezza precipitazione corrispondente al tempo di corrivazione (tc = 0,25 ore)

$\Psi = \Psi_{perm} (1 - I_m) + \Psi_{imp} \; I_m = 0{,}62$ = coefficiente di deflusso

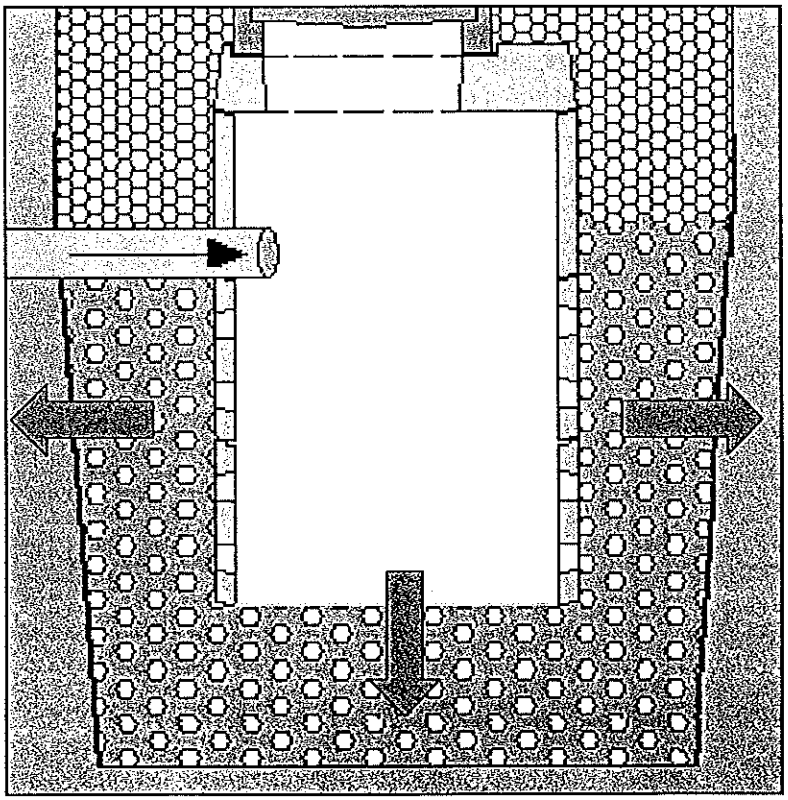
I_m = aliquota aree impermeabili = 0,68

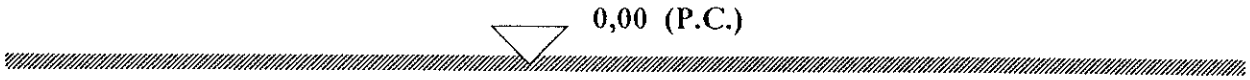
$\Psi_{perm} = 0{,}25$ $\Psi_{imp} = 0{,}80$ per Tr > 10 anni.

Nei calcoli non si è tenuto conto, a titolo prudenziale, della presenza di parcheggi e piazzali da realizzarsi con materiali che facilitino l'infiltrazione dell'acqua nel terreno (assolutamente auspicabili).

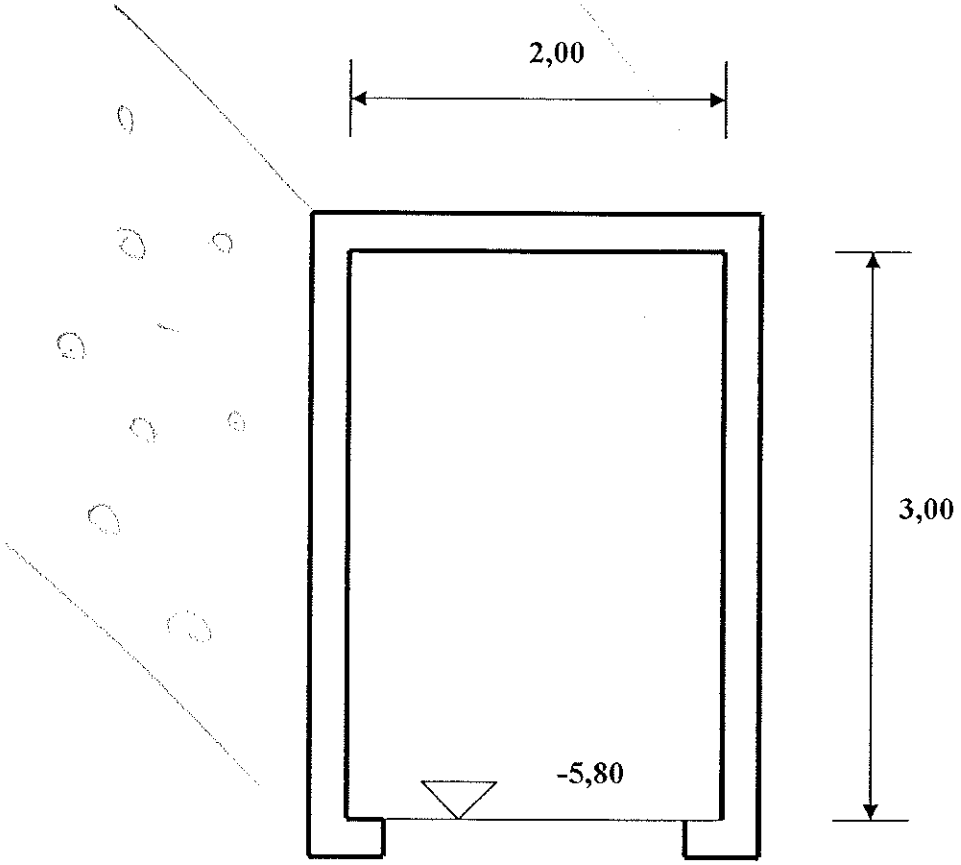
Per una valutazione della portata di filtrazione Qf (pari alla portata uscente Qu), si fa riferimento allo schema di bacino-serbatoio disperdente.

Nell'ipotesi prevista di sistema disperdente di lunghezza par a L = 1150 m, costituito (in analogia con i pozzi di infiltrazione), da pareti verticali disperdenti opportunamente forate raggiungenti la profondità di circa 6,00 m dal piano campagna (con retrostante e sottostante strato di ghiaione permeabile, protetto da tessuto non tessuto – vedi schemi), di altezza utile disperdente pari a H = 3,00 m e poste alla distanza orizzontale B = 2,00 m, nell'ipotesi di coefficiente di permeabilità del sottosuolo pari a $k = 1{,}5 * 10^{-5}$ m/s, risultano le seguenti valutazioni della portata di filtrazione (secondo Sieker 1984 e secondo il criterio tedesco ITWH) attraverso fondo e pareti (per metro lineare di lunghezza del sistema):





SCHEMA INDICATIVO



N.B.:

PARETI VERTICALI FORATE DISPERDENTI
FONDO APERTO
TESSUTO NON TESSUTO (ADEGUATA POROMETRIA)
FRA TERRENO NATURALE E STRATO DI GHIAIONE
DRENANTE POSTO SUL FONDO E A RIDOSSO DELLE
PARETI FORATE

SISTEMI DISPERDENTI (SIEKER 1984)

POZZO INDEFINITO:

altezza parete disperdente (strato drenante):	H (m)	=	3
distanza fondo pozzo dalla falda:	d (m)	=	1
larghezza interna netta:	B (m)	=	2
coefficiente di permeabilità terreno:	k (m/s)	=	1,50E-05
superficie orizzontale drenante effettiva:	S_f (m^2)	=	3
portata di filtrazione:	Q_f (litri/s)	=	0,036

SISTEMI DISPERDENTI (criterio ITWH)

POZZO INDEFINITO:

altezza parete disperdente (strato drenante):	H (m)	=	3
coefficiente di permeabilità terreno:	k (m/s)	=	1,50E-05
larghezza interna netta:	B (m)	=	2
superficie fondo drenante (per metro):	S_1 (m^2/m)	=	2
superficie laterale drenante (per metro):	S_2 (m^2/m)	=	6
portata di filtrazione (per metro lineare):	Q_f (litri/s m)	=	0,0375

In base ai risultati ottenuti, si fa riferimento nei calcoli a un valore della portata di filtrazione per metro lineare di lunghezza del sistema disperdente pari a 0,036 litri/s m.

Il volume di invaso del sistema disperdente (sempre per metro lineare di lunghezza) risulta pari a:

$v_o = B\,H = 6{,}0\ m^3/m.$

Il fondo del sistema disperdente e del relativo serbatoio di invaso (quota -6,00 m dal piano campagna) risulta individuato adeguatamente al di sopra del livello massimo della falda freatica (vedi relazione geologica).

Nell'ipotesi prevista di sistema disperdente di lunghezza pari a L = 1150 m, risulta il seguente valore della portata in uscita (assunta pari alla portata di filtrazione nel sottoauolo):

$$Qu = Qf = 0{,}036 * 1150 = 41 \text{ litri/s}$$

cui corrisponde la necessità di un volume complessivo di invaso pari a circa:

$$Vo = 8000 \text{ m}^3 \quad \text{(vedi tabella A e TAVV. 5-6-7).}$$

I 1150 m di lunghezza di sistema disperdente previsti garantiscono un volume di invaso complessivo pari a:

$$V' = v_o L = 6 * 1150 = 6900 \text{ m}^3.$$

I restanti 1100 m^3 di invaso mancanti vanno ricercati altrove (volumi condotte o altro)

Dovranno naturalmente essere adottati adeguati provvedimenti al fine di garantire la permeabilità del sistema, impedendone l'intasamento (vasche e/o sistemi di sedimentazione preventiva, idonei filtri, ecc.).

Il volume di invaso complessivo del sistema di progetto (6900 m^3) risulta assai prossimo al volume dei bacini di infiltrazione esistenti (stimato pari a 6000 m^3)

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO c-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

VOLUMI DI INVASO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

tabella A

tempo di corrivazione: t_c (ore) = 0,250 t_c (primi) = 15

area del bacino: A (ha) = 16,3

coefficiente di deflusso medio: Ψ = 0,62 caso critico 1

portata in uscita: Q_u (l/s) = 41 $V_{o\ max}$ (m^3) = 7923,2

durata precip.	linea segnalatrice possibilità pluviometr.		altezza precip.	intensità media	portata affluente	volume affluente	volume uscente	volume INVASO
t_p (ore)	a (mm/ora^n)	n	h (mm)	j_m (mm/ora)	Q_a (l/s)	V_a (m^3)	V_u (m^3)	V_o (m^3)
0,250	60	0,47	31,3	125,1	3511,7	3160,5	73,4	3087,2
0,500	60	0,47	43,3	86,6	2432,1	4377,7	110,1	4267,6
1,000	60	0,19	60,0	60,0	1684,3	6063,6	183,6	5880,0
1,500	60	0,19	64,8	43,2	1212,8	6549,2	257,1	6292,1
2,000	60	0,19	68,4	34,2	960,7	6917,1	330,5	6586,6
2,500	60	0,19	71,4	28,6	801,9	7216,7	404,0	6812,7
3,000	60	0,19	73,9	24,6	691,8	7471,1	477,5	6993,6
3,500	60	0,19	76,1	21,7	610,6	7693,1	551,0	7142,1
4,000	60	0,19	78,1	19,5	548,0	7890,8	624,5	7266,3
4,500	60	0,19	79,8	17,7	498,1	8069,4	698,1	7371,3
5,000	60	0,19	81,5	16,3	457,4	8232,6	771,6	7461,0
5,500	60	0,19	83,0	15,1	423,4	8383,0	845,1	7537,9
6,000	60	0,19	84,3	14,1	394,6	8522,7	918,7	7604,1
6,500	60	0,19	85,6	13,2	369,8	8653,3	992,2	7661,1
7,000	60	0,19	86,8	12,4	348,3	8776,1	1065,8	7710,3
7,500	60	0,19	88,0	11,7	329,3	8891,9	1139,3	7752,5
8,000	60	0,19	89,1	11,1	312,6	9001,6	1212,9	7788,7
8,500	60	0,19	90,1	10,6	297,6	9105,8	1286,4	7819,4
9,000	60	0,19	91,1	10,1	284,1	9205,3	1360,0	7845,3
9,500	60	0,19	92,0	9,7	271,9	9300,3	1433,5	7866,8
10,000	60	0,19	92,9	9,3	260,9	9391,4	1507,1	7884,3
10,500	60	0,19	93,8	8,9	250,8	9478,9	1580,7	7898,2
11,000	60	0,19	94,6	8,6	241,5	9563,0	1654,2	7908,8
11,500	60	0,19	95,4	8,3	233,0	9644,1	1727,8	7916,3
12,000	60	0,19	96,2	8,0	225,1	9722,4	1801,4	7921,1
12,500	60	0,19	97,0	7,8	217,7	9798,1	1875,0	7923,2
13,000	60	0,19	97,7	7,5	210,9	9871,4	1948,5	7922,9
13,500	60	0,19	98,4	7,3	204,6	9942,5	2022,1	7920,4
14,000	60	0,19	99,1	7,1	198,6	10011,4	2095,7	7915,7
14,500	60	0,19	99,7	6,9	193,1	10078,4	2169,3	7909,1
15,000	60	0,19	100,4	6,7	187,8	10143,5	2242,8	7900,7
15,500	60	0,19	101,0	6,5	182,9	10206,9	2316,4	7890,5
16,000	60	0,19	101,6	6,4	178,3	10268,6	2390,0	7878,6
16,500	60	0,19	102,2	6,2	173,9	10328,9	2463,6	7865,3
17,000	60	0,19	102,8	6,0	169,7	10387,6	2537,2	7850,4
17,500	60	0,19	103,4	5,9	165,8	10445,0	2610,8	7834,2
18,000	60	0,19	103,9	5,8	162,1	10501,0	2684,4	7816,7
18,500	60	0,19	104,5	5,6	158,5	10555,8	2758,0	7797,9
19,000	60	0,19	105,0	5,5	155,1	10609,5	2831,5	7777,9
19,500	60	0,19	105,5	5,4	151,9	10662,0	2905,1	7756,8
20,000	60	0,19	106,0	5,3	148,8	10713,4	2978,7	7734,6
20,500	60	0,19	106,5	5,2	145,9	10763,8	3052,3	7711,4
21,000	60	0,19	107,0	5,1	143,0	10813,1	3125,9	7687,2
21,500	60	0,19	107,5	5,0	140,3	10861,6	3199,5	7662,1
22,000	60	0,19	107,9	4,9	137,7	10909,1	3273,1	7636,0
22,500	60	0,19	108,4	4,8	135,3	10955,8	3346,7	7609,1
23,000	60	0,19	108,9	4,7	132,9	11001,7	3420,3	7581,4
23,500	60	0,19	109,3	4,7	130,6	11046,7	3493,9	7552,8
24,000	60	0,19	109,7	4,6	128,4	11091,0	3567,5	7523,5
24,500	60	0,19	110,2	4,5	126,2	11134,5	3641,1	7493,4

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

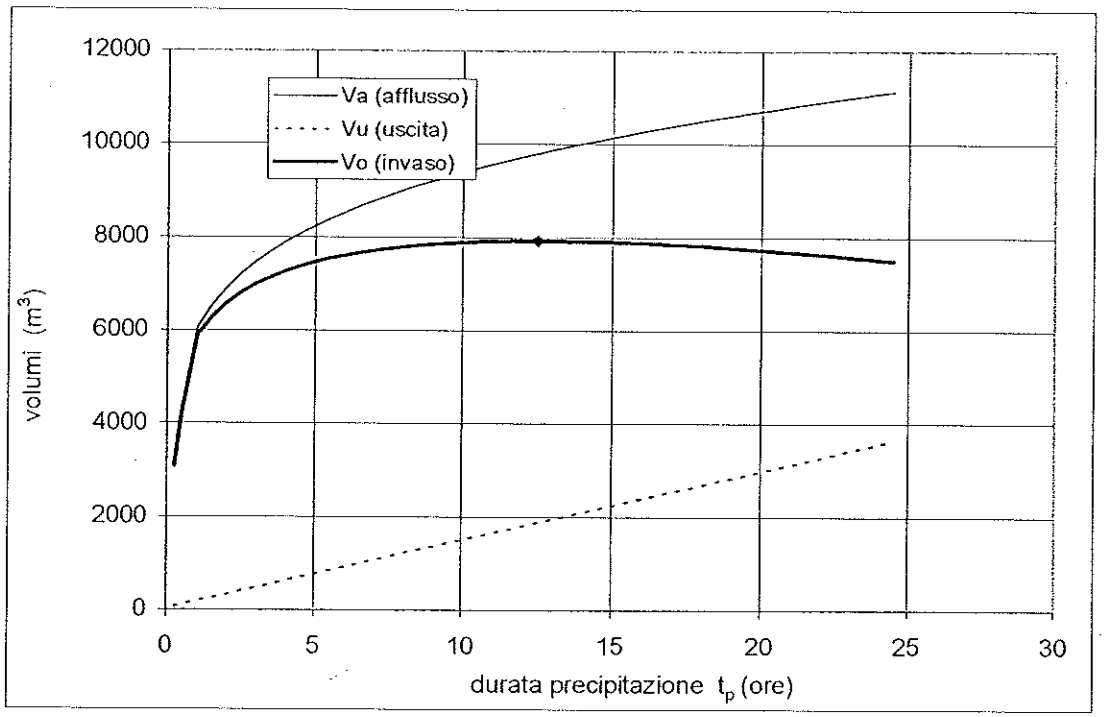
TAV. 5

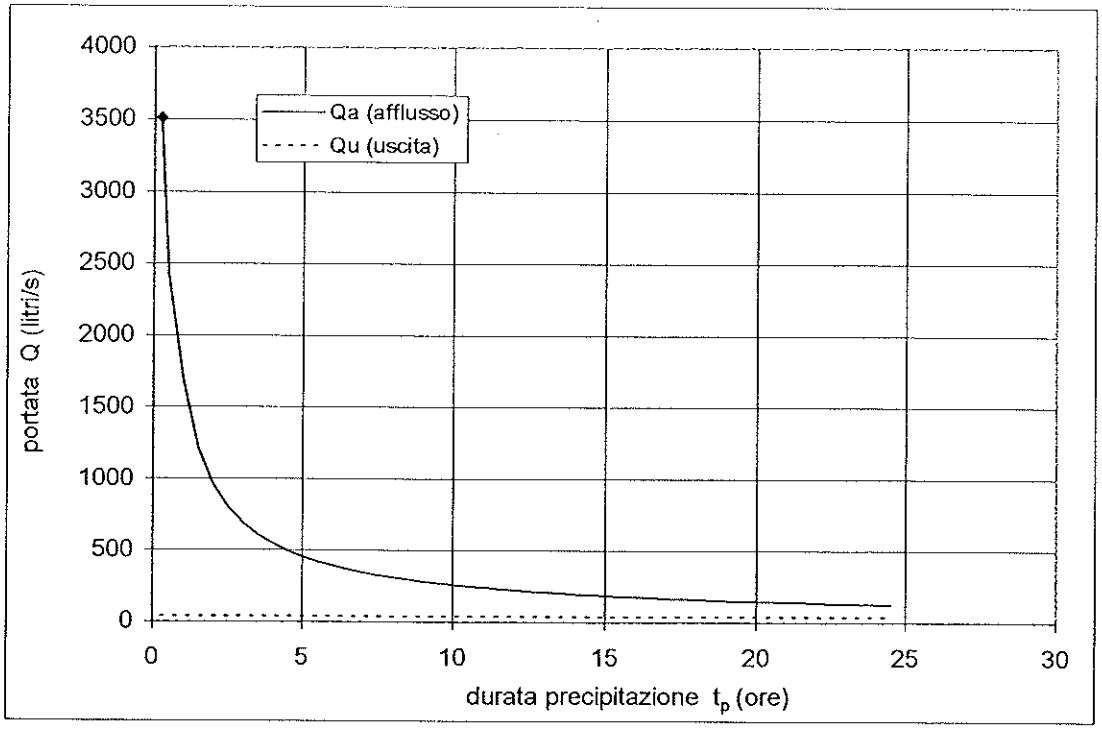
VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

caso critico 1 $V_{o\ max}$ (m^3) = 7923,2 t_p (ore) = 12,500





Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

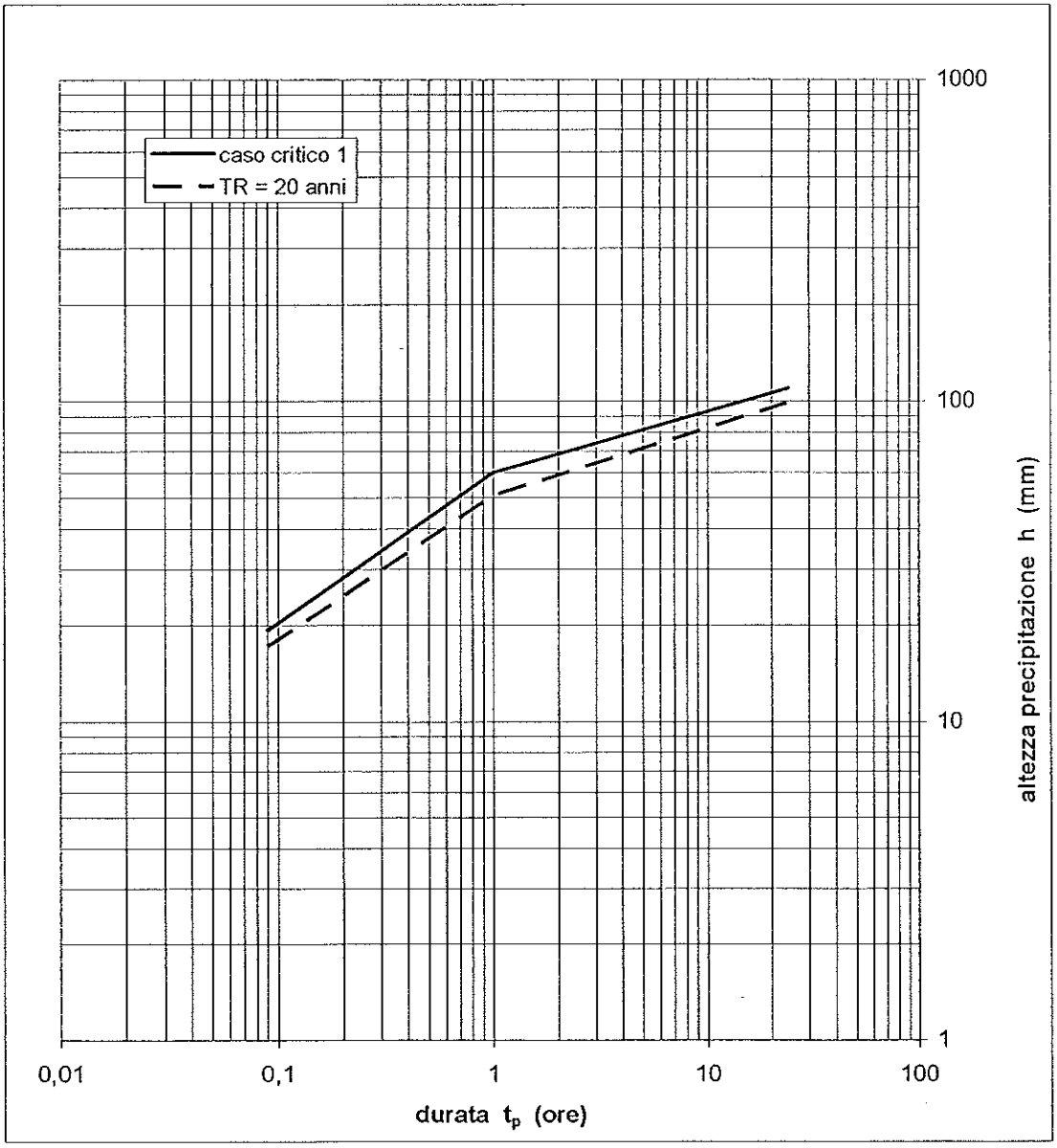
LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

TAV. 6

STAZIONE: **CITTADELLA (SERVIZIO IDROGRAFICO)**

$h = a\ t^n$ h (mm) t (ore)

		caso critico 1	TR = 20 anni
durata precipitazione t_p < 1 ora:	a_1 (mm/ore^n)	60	51
	n_1	0,47	0,45
durata precipitazione t_p > 1 ora:	a_2 (mm/ore^n)	60	51
	n_2	0,19	0,21

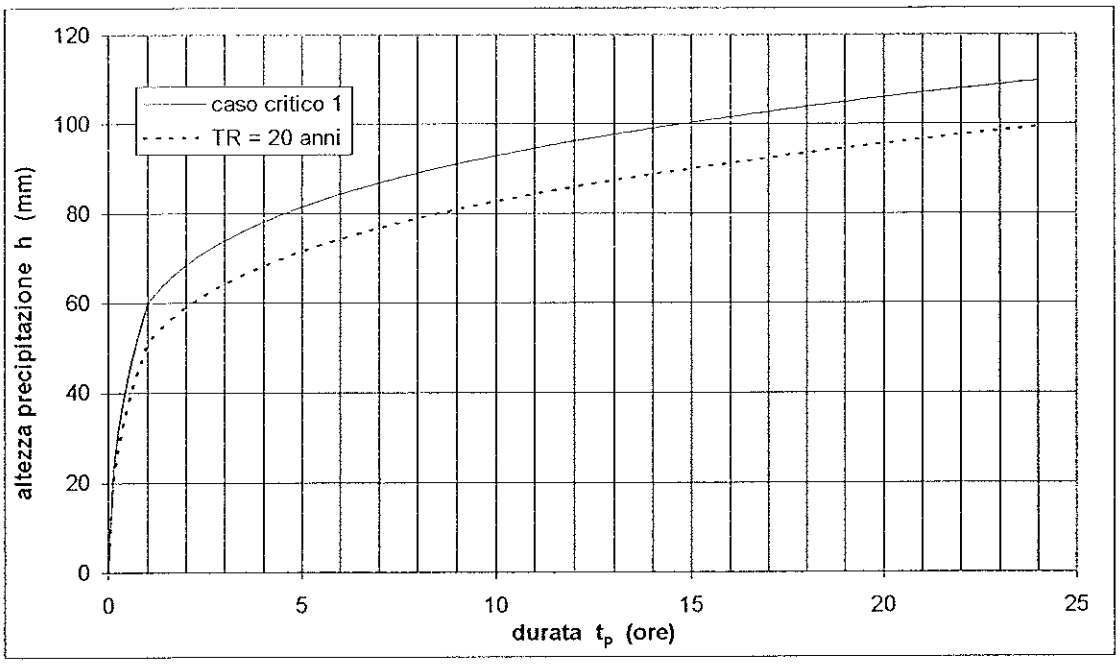


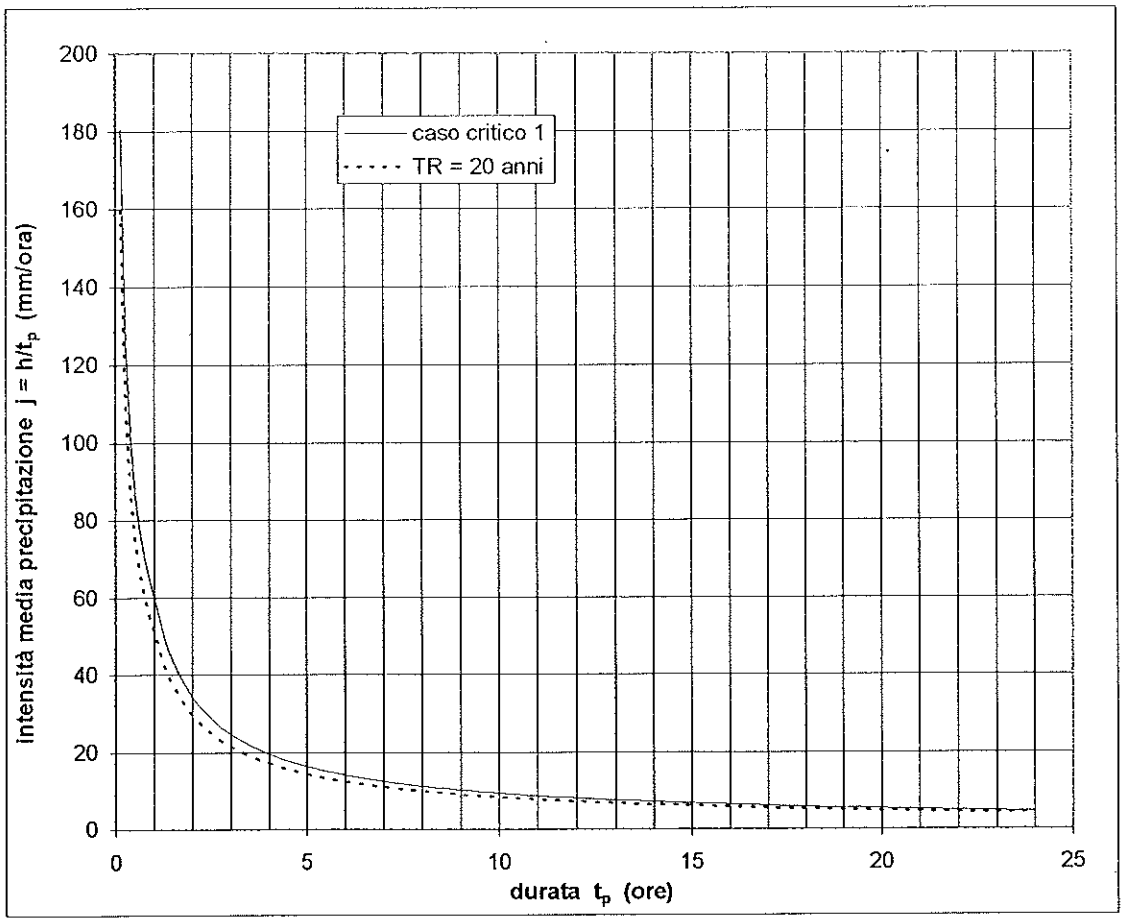
dr.ing. Riccardo Zoppellaro (zoppellaro@libero.it)

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

TAV. 7

STAZIONE: CITTADELLA (SERVIZIO IDROGRAFICO)





Data la delicatezza dell'intervento in esame, considerate le modeste caratteristiche di permeabilità del sottosuolo, al fine di ridurre il livello di rischio (piuttosto elevato), si ritiene senz'altro auspicabile prevedere lo smaltimento nella rete di bonifica di almeno una quota parte della portata derivante dalle precipitazioni.

Tale necessità risulta avvalorata dalle considerazioni che seguono.

Si consideri, ad esempio, l'area in esame sprovvista di sistemi di dispersione. Con riferimento ai dati sopra citati, prescindendo dalla capacità di infiltrazione del sottosuolo, considerato un valore minimo (normalmente accettato) della portata da smaltire nella rete di bonifica pari a:

u = 10 litri/s ha Qu = A u = 10 * 16,3 = 163 litri/s,

i corrispondenti volumi di invaso necessari si riducono a (vedi Tabelle B-C e TAVV. 8-9-10):

1° caso critico: Vo = 5633 m^3 (346 m^3/ha)

TR = 20 anni: Vo = 4676 m^3 (287 m^3/ha)

Tali volumi risultano dello stesso ordine di grandezza degli invasi (300÷350 m^3/ha) normalmente prescritti dal Consorzio di Bonifica.

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

VOLUMI DI INVASO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

tabella B

tempo di corrivazione: t_c (ore) = 0,250 t_c (primi) = 15

area del bacino: A (ha) = 16,3

coefficiente di deflusso medio: Ψ = 0,62 **caso critico 1**

portata in uscita: Q_u (l/s) = 163 **$V_{o\ max}$ (m^3) = 5632,8**

durata precip.	linea segnalatrice possibilità pluviometr.		altezza precip.	intensità media	portata affluente	volume affluente	volume uscente	volume INVASO
t_p (ore)	a (mm/ora^n)	n	h (mm)	j_m (mm/ora)	Q_a (l/s)	V_a (m^3)	V_u (m^3)	V_o (m^3)
0,250	60	0,47	31,3	125,1	3511,7	3160,5	286,6	2874,0
0,500	60	0,47	43,3	86,6	2432,1	4377,7	430,3	3947,4
1,000	60	0,19	60,0	60,0	1684,3	6063,6	719,3	5344,3
1,500	60	0,19	64,8	43,2	1212,8	6549,2	1007,2	5542,0
2,000	60	0,19	68,4	34,2	960,7	6917,1	1295,4	5621,7
2,500	60	0,19	71,4	28,6	801,9	7216,7	1583,9	5632,8
3,000	60	0,19	73,9	24,6	691,8	7471,1	1872,5	5598,6
3,500	60	0,19	76,1	21,7	610,6	7693,1	2161,3	5531,8
4,000	60	0,19	78,1	19,5	548,0	7890,8	2450,3	5440,6
4,500	60	0,19	79,8	17,7	498,1	8069,4	2739,3	5330,1
5,000	60	0,19	81,5	16,3	457,4	8232,6	3028,4	5204,1
5,500	60	0,19	83,0	15,1	423,4	8383,0	3317,6	5065,4
6,000	60	0,19	84,3	14,1	394,6	8522,7	3606,9	4915,8
6,500	60	0,19	85,6	13,2	369,8	8653,3	3896,2	4757,1
7,000	60	0,19	86,8	12,4	348,3	8776,1	4185,6	4590,4
7,500	60	0,19	88,0	11,7	329,3	8891,9	4475,1	4416,8
8,000	60	0,19	89,1	11,1	312,6	9001,6	4764,6	4237,0
8,500	60	0,19	90,1	10,6	297,6	9105,8	5054,1	4051,7
9,000	60	0,19	91,1	10,1	284,1	9205,3	5343,7	3861,5
9,500	60	0,19	92,0	9,7	271,9	9300,3	5633,4	3667,0
10,000	60	0,19	92,9	9,3	260,9	9391,4	5923,0	3468,4
10,500	60	0,19	93,8	8,9	250,8	9478,9	6212,7	3266,1
11,000	60	0,19	94,6	8,6	241,5	9563,0	6502,5	3060,5
11,500	60	0,19	95,4	8,3	233,0	9644,1	6792,3	2851,9
12,000	60	0,19	96,2	8,0	225,1	9722,4	7082,1	2640,4
12,500	60	0,19	97,0	7,8	217,7	9798,1	7371,9	2426,3
13,000	60	0,19	97,7	7,5	210,9	9871,4	7661,7	2209,7
13,500	60	0,19	98,4	7,3	204,6	9942,5	7951,6	1990,8
14,000	60	0,19	99,1	7,1	198,6	10011,4	8241,5	1769,9
14,500	60	0,19	99,7	6,9	193,1	10078,4	8531,4	1546,9
15,000	60	0,19	100,4	6,7	187,8	10143,5	8821,4	1322,1
15,500	60	0,19	101,0	6,5	182,9	10206,9	9111,4	1095,5
16,000	60	0,19	101,6	6,4	178,3	10268,6	9401,4	867,3
16,500	60	0,19	102,2	6,2	173,9	10328,9	9691,4	637,5
17,000	60	0,19	102,8	6,0	169,7	10387,6	9981,4	406,2
17,500	60	0,19	103,4	5,9	165,8	10445,0	10271,5	173,5
18,000	60	0,19	103,9	5,8	162,1	10501,0	10561,5	-
18,500	60	0,19	104,5	5,6	158,5	10555,8	10851,6	-
19,000	60	0,19	105,0	5,5	155,1	10609,5	11141,7	-
19,500	60	0,19	105,5	5,4	151,9	10662,0	11431,9	-
20,000	60	0,19	106,0	5,3	148,8	10713,4	11722,0	-
20,500	60	0,19	106,5	5,2	145,9	10763,8	12012,2	-
21,000	60	0,19	107,0	5,1	143,0	10813,1	12302,3	-
21,500	60	0,19	107,5	5,0	140,3	10861,6	12592,5	-
22,000	60	0,19	107,9	4,9	137,7	10909,1	12882,7	-
22,500	60	0,19	108,4	4,8	135,3	10955,8	13172,9	-
23,000	60	0,19	108,9	4,7	132,9	11001,7	13463,1	-
23,500	60	0,19	109,3	4,7	130,6	11046,7	13753,4	-
24,000	60	0,19	109,7	4,6	128,4	11091,0	14043,6	-
24,500	60	0,19	110,2	4,5	126,2	11134,5	14333,9	-

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

tabella C

VOLUMI DI INVASO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

tempo di corrivazione: t_c (ore) = 0,250 t_c (primi) = 15
area del bacino: A (ha) = 16,3
coefficiente di deflusso medio: Ψ = 0,62 **TR = 20 anni**
portata in uscita: Q_u (l/s) = 163 **$V_{o\ max}$ (m^3) = 4675,6**

durata precip.	linea segnalatrice possibilità pluviometr.		altezza precip.	intensità media	portata affluente	volume affluente	volume uscente	volume INVASO
t_p (ore)	a (mm/ora^n)	n	h (mm)	j_m (mm/ora)	Q_a (l/s)	V_a (m^3)	V_u (m^3)	V_o (m^3)
0,250	51,000	0,450	27,3	109,3	3068,9	2762,0	285,6	2476,4
0,500	51,000	0,450	37,3	74,7	2096,1	3773,0	428,7	3344,3
0,750	51,000	0,450	44,8	59,7	1677,1	4528,2	572,5	3955,7
1,000	51,000	0,210	51,0	51,0	1431,7	5154,1	716,8	4437,3
1,250	51,000	0,210	53,4	42,8	1200,3	5401,3	860,3	4541,1
1,500	51,000	0,210	55,5	37,0	1039,3	5612,1	1003,9	4608,2
1,750	51,000	0,210	57,4	32,8	920,1	5796,8	1147,6	4649,2
2,000	51,000	0,210	59,0	29,5	828,0	5961,6	1291,4	4670,2
2,250	51,000	0,210	60,5	26,9	754,4	6110,9	1435,3	4675,6
2,500	51,000	0,210	61,8	24,7	694,2	6247,7	1579,3	4668,4
2,750	51,000	0,210	63,1	22,9	643,8	6374,0	1723,3	4650,7
3,000	51,000	0,210	64,2	21,4	601,1	6491,5	1867,3	4624,2
3,250	51,000	0,210	65,3	20,1	564,2	6601,5	2011,4	4590,1
3,500	51,000	0,210	66,3	19,0	532,1	6705,1	2155,6	4549,5
3,750	51,000	0,210	67,3	18,0	503,9	6802,9	2299,7	4503,2
4,000	51,000	0,210	68,2	17,1	478,9	6895,8	2444,0	4451,8
4,250	51,000	0,210	69,1	16,3	456,5	6984,1	2588,2	4395,9
4,500	51,000	0,210	69,9	15,5	436,3	7068,4	2732,5	4336,0
4,750	51,000	0,210	70,7	14,9	418,1	7149,2	2876,8	4272,4
5,000	51,000	0,210	71,5	14,3	401,5	7226,6	3021,1	4205,4
5,250	51,000	0,210	72,2	13,8	386,3	7301,0	3165,5	4135,5
5,500	51,000	0,210	73,0	13,3	372,4	7372,7	3309,9	4062,8
5,750	51,000	0,210	73,6	12,8	359,5	7441,8	3454,3	3987,5
6,000	51,000	0,210	74,3	12,4	347,6	7508,6	3598,7	3909,9
6,250	51,000	0,210	74,9	12,0	336,6	7573,3	3743,2	3830,1
6,500	51,000	0,210	75,6	11,6	326,3	7635,9	3887,6	3748,3
6,750	51,000	0,210	76,2	11,3	316,7	7696,7	4032,1	3664,6
7,000	51,000	0,210	76,7	11,0	307,8	7755,7	4176,6	3579,1
7,250	51,000	0,210	77,3	10,7	299,4	7813,0	4321,1	3491,9
7,500	51,000	0,210	77,9	10,4	291,4	7868,9	4465,7	3403,2
7,750	51,000	0,210	78,4	10,1	284,0	7923,2	4610,2	3313,0
8,000	51,000	0,210	78,9	9,9	277,0	7976,2	4754,8	3221,5
8,250	51,000	0,210	79,4	9,6	270,3	8028,0	4899,3	3128,6
8,500	51,000	0,210	79,9	9,4	264,0	8078,4	5043,9	3034,5
8,750	51,000	0,210	80,4	9,2	258,0	8127,8	5188,5	2939,2
9,000	51,000	0,210	80,9	9,0	252,3	8176,0	5333,1	2842,9
9,250	51,000	0,210	81,4	8,8	246,9	8223,2	5477,8	2745,4
9,500	51,000	0,210	81,8	8,6	241,8	8269,4	5622,4	2646,9
9,750	51,000	0,210	82,3	8,4	236,9	8314,6	5767,1	2547,5
10,000	51,000	0,210	82,7	8,3	232,2	8358,9	5911,7	2447,2
10,250	51,000	0,210	83,1	8,1	227,7	8402,4	6056,4	2346,0
10,500	51,000	0,210	83,6	8,0	223,4	8445,0	6201,1	2243,9
10,750	51,000	0,210	84,0	7,8	219,3	8486,8	6345,8	2141,1
11,000	51,000	0,210	84,4	7,7	215,4	8527,9	6490,5	2037,4
11,250	51,000	0,210	84,8	7,5	211,6	8568,2	6635,2	1933,1
11,500	51,000	0,210	85,2	7,4	207,9	8607,9	6779,9	1828,0
11,750	51,000	0,210	85,6	7,3	204,4	8646,8	6924,6	1722,2
12,000	51,000	0,210	85,9	7,2	201,0	8685,2	7069,4	1615,8
12,250	51,000	0,210	86,3	7,0	197,8	8722,8	7214,1	1508,7
12,500	51,000	0,210	86,7	6,9	194,7	8759,9	7358,9	1401,1

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

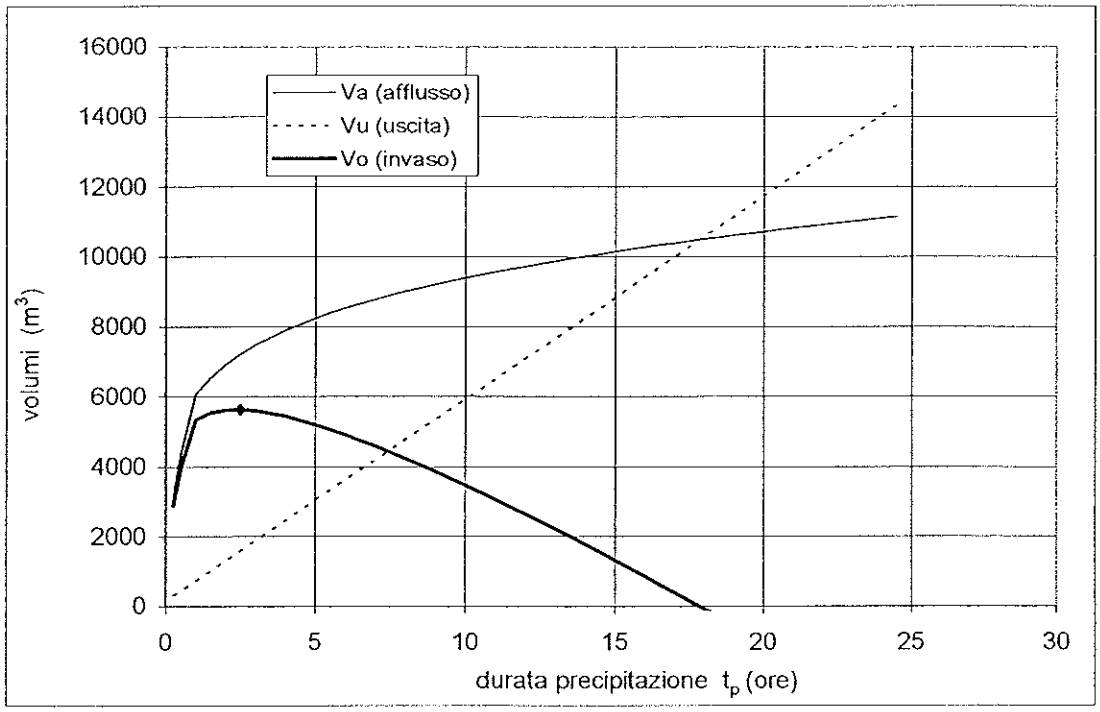
VOLUMI DI INVASO

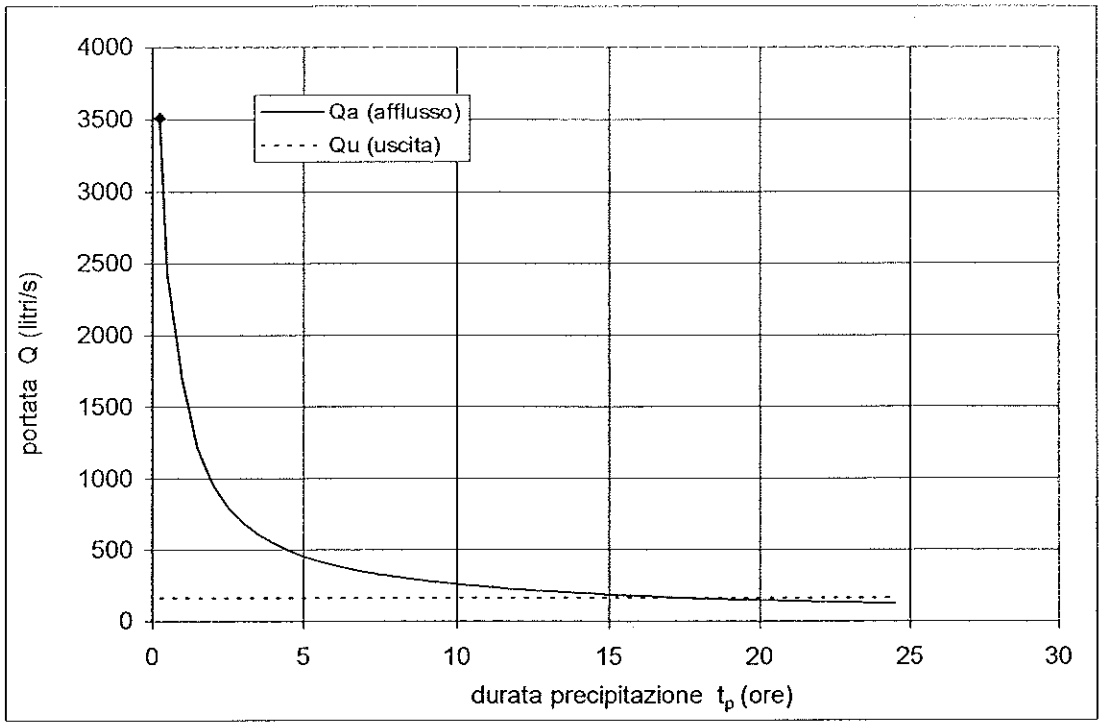
metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

TAV. 8

caso critico 1 $V_{o\ max}$ (m^3) = **5632,8** t_p (ore) = **2,500**





dr.ing. Riccardo Zoppellaro (zoppellaro@libero.it)

Studio Geotecnico & Ambientale dr.ing. RICCARDO ZOPPELLARO e-mail: zoppellaro@libero.it
Via S.Pertini n. 15 – 45020 Villanova del Ghebbo (RO) Tel./Fax: 0425-648086

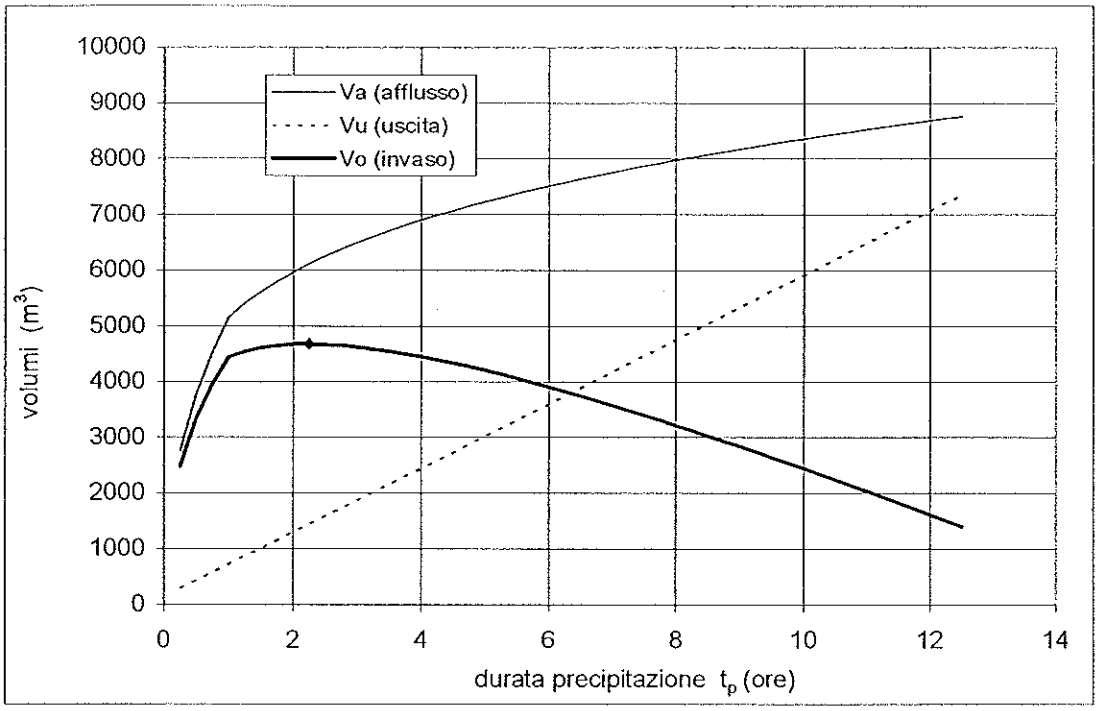
VOLUMI DI INVASO

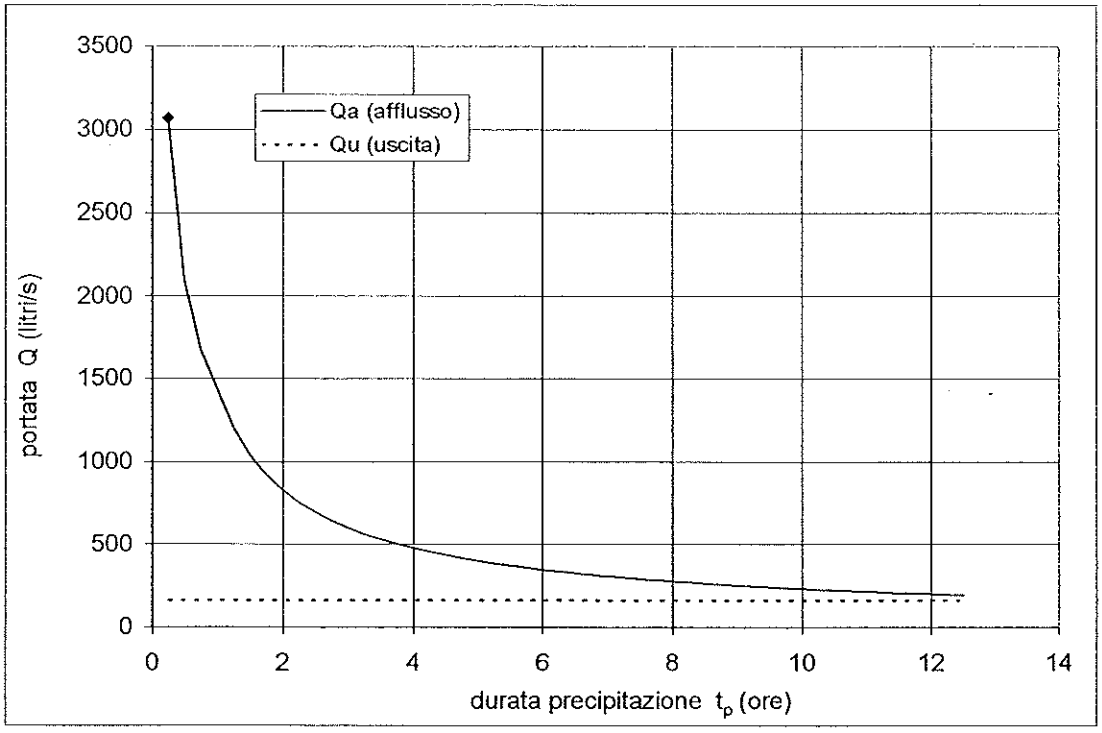
metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

TAV. 9

TR = 20 anni $V_{o\ max}$ (m^3) = **4675,6** t_p (ore) = **2,250**



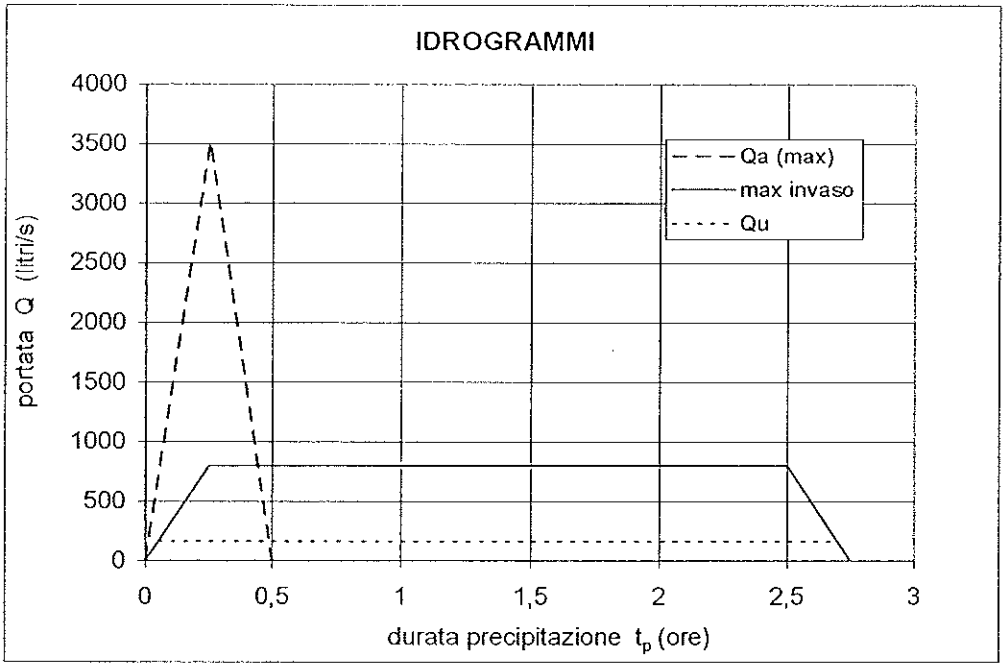


dr.ing. Riccardo Zoppellaro (zoppellaro@libero.it)

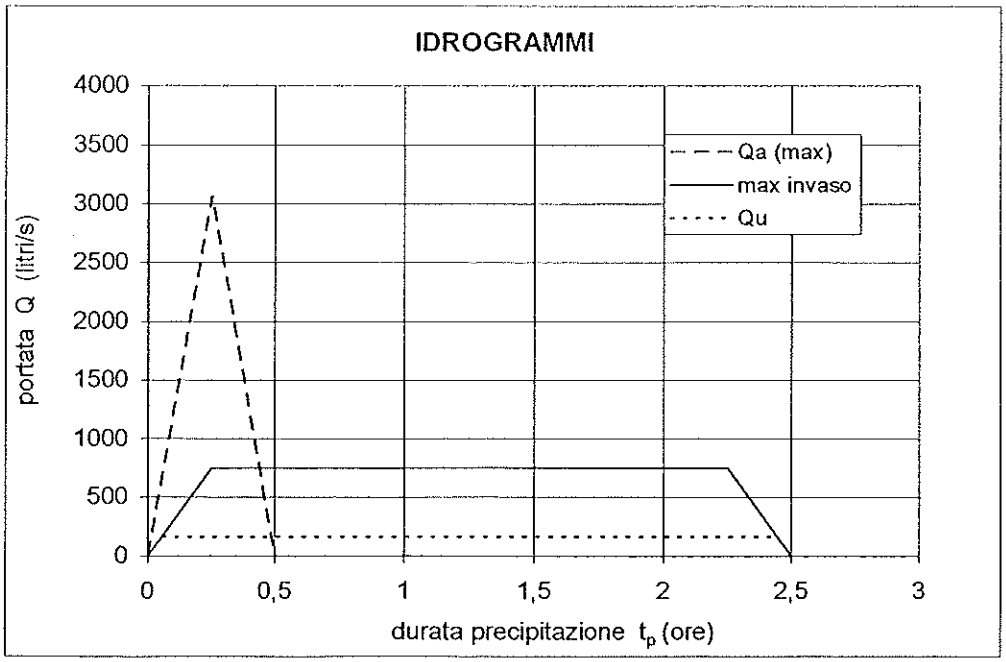
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SAN MARCO
CITTADELLA (PD)

TAV. 10

caso critico 1



TR = 20 anni



PRESCRIZIONI GENERALI

I volumi di invaso necessari a garantire la prescritta limitazione alla portata massima, verranno garantiti dalla presenza del serbatoio disperdente (lunghezza L = 1150 m) con volume di invaso complessivo pari a Vo = 6900 m^3.

I restanti volumi di invaso necessari potranno essere ricavati mediante:

- realizzazione di zone a verde depresse rispetto al piano campagna circostante, con duplice funzione di ricettore di parte delle acque provenienti dalle aree impermeabili circostanti e nel contempo di bacino di laminazione del sistema di smaltimento;

- rete di fognatura realizzata con tubazioni sovradimensionate (tali da garantire un idoneo volume di invaso).

Particolare cura dovrà essere rivolta alla manutenzione dei sistemi di invaso e di infiltrazione, che dovrà essere garantita con cadenza periodica, adottando opportuni provvedimenti tali da evitare intasamenti conseguenti al deposito di materiale in sospensione (si fa presente che anche nel passato venivano effettuate periodicamente operazioni di pulizia nelle vasche disperdenti esistenti, con rimozione dei sedimenti accumulati sul fondo).

Le aree adibite a parcheggio dovranno, per quanto possibile, essere previste di tipo drenante e realizzate su idoneo sottofondo che ne garantisca l'efficienza e potranno essere altimetricamente

più depresse rispetto al piano di imposta dei fabbricati e delle strade allo scopo di garantire un ulteriore invaso, fruibile in caso di allagamento.

Si dovrà avere cura di non alterare, anche temporaneamente, la funzionalità della rete di scolo esistente, operando per i fossi privati idonei interventi di manutenzione, e con particolare attenzione alle preesistenti servitù di scolo dei fondi privati.

Per quanto concerne da ultimo gli aspetti relativi alla qualità delle acque, si rimanda ai contenuti del decreto legislativo 10 maggio 1999 n. 152 (aggiornato con decreto legislativo 18 agosto 2000 n. 258), recante "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento ...".

In particolare, all'art. 39 del suddetto decreto si legge:

"*Acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne*

Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni disciplinano:

a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;

b) i casi in cui puo' essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

Le acque meteoriche non disciplinate a sensi del comma precedente non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dal presente decreto.

Le Regioni disciplinano altresi' i casi in cui puo' essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari casi nelle quali, in relazione alle attivita' svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualita' dei corpi idrici.

E' comunque vietato lo scarico di acque meteoriche nelle acque sotterranee".

APPENDICE

ELABORAZIONE DATI PRECIPITAZIONI

durata 15'-30'-45'-1 ora - 3 ore - 6 ore - 12 ore - 24 ore

STAZIONE DI CITTADELLA (PD)

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)**

anno	5'	10'	15'	20'	25'	30'	35'	40'	45'	50'	55'	1 ora
1955												25,8
1956			13,4									21,8
1957												31,2
1958			15,8			32,8						40,0
1959					16,2	26,0	27,6					29,6
1960		9,8		18,0		39,4						42,2
1961			19,4	27,4		29,0						29,6
1962						23,0				42,0		46,4
1963			22,0			34,0			43,0			47,0
1964		10,0				14,0						
1965			30,6									30,6
1966			19,0			27,2			30,8			32,2
1967			12,0			14,0						14,8
1968			20,4			29,2			31,4			31,6
1969			11,2			14,0			17,0			19,6
1970			16,2			30,4			38,2			41,8
1971			8,4			15,6						15,6
1972			14,6			20,0			21,4			21,8
1973			11,4			14,4			16,8			16,8
1974			11,4			14,4			17,4			18,4
1975			11,0			12,6			13,6			14,8
1976			10,0			33,0			38,0			40,0
1977			7,4			10,0			11,8			12,4
1978			18,6			25,6			25,6			25,6
1979			20,0			40,0			45,0			50,0
1980			18,0			33,0			54,6			62,6
1981			15,8			35,0			37,8			38,4
1982			29,8			30,0			30,2			30,2
1983			15,0			20,0			30,4			35,4
1984												
1985			14,0			18,0			25,0			30,2
1986			14,2			17,2			24,0			25,2
1987												34,0
1988			14,0			22,0			25,8			26,0
1989			33,0			34,4			34,4			34,4
1990												
1991			16,0			22,0			26,6			27,0
1992			7,4			8,6			12,0			13,0
1993			15,0			19,0			28,2			
1994			20,4			21,2			21,6			22,6
1995			21,0			29,0			29,6			30,6

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)**

anno	15'	30'	45'	1 ora
1955	6,5	12,9	19,4	25,8
1956	13,4	13,4	16,4	21,8
1957	7,8	15,6	23,4	31,2
1958	15,8	32,8	32,8	40,0
1959	13,0	26,0	27,6	29,6
1960	19,7	39,4	39,4	42,2
1961	19,4	29,0	29,0	29,6
1962	12,6	23,0	37,8	46,4
1963	22,0	34,0	43,0	47,0
1964	10,0	14,0	14,0	14,0
1965	30,6	30,6	30,6	30,6
1966	19,0	27,2	30,8	32,2
1967	12,0	14,0	14,0	14,8
1968	20,4	29,2	31,4	31,6
1969	11,2	14,0	17,0	19,6
1970	16,2	30,4	38,2	41,8
1971	8,4	15,6	15,6	15,6
1972	14,6	20,0	21,4	21,8
1973	11,4	14,4	16,8	16,8
1974	11,4	14,4	17,4	18,4
1975	11,0	12,6	13,6	14,8
1976	10,0	33,0	38,0	40,0
1977	7,4	10,0	11,8	12,4
1978	18,6	25,6	25,6	25,6
1979	20,0	40,0	45,0	50,0
1980	18,0	33,0	54,6	62,6
1981	15,8	35,0	37,8	38,4
1982	29,8	30,0	30,2	30,2
1983	15,0	20,0	30,4	35,4
1984				
1985	14,0	18,0	25,0	30,2
1986	14,2	17,2	24,0	25,2
1987	8,5	17,0	25,5	34,0
1988	14,0	22,0	25,8	26,0
1989	33,0	34,4	34,4	34,4
1990				
1991	16,0	22,0	26,6	27,0
1992	7,4	8,6	12,0	13,0
1993	15,0	19,0	28,2	28,2
1994	20,4	21,2	21,6	22,6
1995	21,0	29,0	29,6	30,6

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)**

anno	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1955	25,8	35,2	58,8	60,8	71,6
1956	21,8	30,0	37,0	62,0	95,4
1957	31,2	32,4	35,8	41,4	57,0
1958	40,0	44,0	44,0	44,2	65,8
1959	29,6	44,6	50,0	50,8	70,8
1960	42,2	43,4	43,8	51,0	62,4
1961	29,6	29,8	34,0	46,6	59,2
1962	46,4	62,2	66,4	66,8	66,8
1963	47,0	53,2	54,2	64,0	72,7
1964					
1965	30,6	43,4	51,2	71,0	90,0
1966	32,2	39,2	49,6	69,6	87,0
1967	14,8	24,0	40,0	58,0	68,6
1968	31,6	48,2	55,2	55,6	65,6
1969	19,6	27,2	33,8	41,4	54,6
1970	41,8	43,0	43,4	44,6	44,6
1971	15,6	15,6	25,2	39,6	58,0
1972	21,8	36,4	42,0	43,2	55,0
1973	16,8	21,4	28,0	37,2	64,6
1974	18,4	23,8	33,0	47,0	55,8
1975	14,8	31,2	43,2	60,0	74,8
1976	40,0	46,6	48,6	48,8	49,8
1977	12,4	17,8	23,0	37,0	55,0
1978	25,6	33,4	40,4	45,0	70,0
1979	50,0	58,4	69,4	76,0	83,2
1980	62,6	64,6	64,8	65,0	78,0
1981	38,4	39,2	39,8	68,2	109,6
1982	30,2	42,2	50,0	57,4	73,2
1983	35,4	41,0	55,0	55,4	55,6
1984					
1985	30,2	40,2	53,2	57,0	78,4
1986	25,2	38,4	54,5	78,4	100,2
1987	34,0	60,0	89,0	95,0	96,4
1988	26,0	46,8	51,8	70,6	84,6
1989	34,4	34,4	36,0	53,0	53,4
1990					
1991	27,0	39,0	39,0	52,4	62,4
1992	13,0	25,4	33,4	53,0	67,6
1993					
1994	22,6	30,0	42,4	57,8	58,8
1995	30,6	44,8	65,4	72,8	93,8

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **15** **primi**

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	33,00	40,00	0,0250	0,9750
2	30,60	20,00	0,0500	0,9500
3	29,80	13,33	0,0750	0,9250
4	22,00	10,00	0,1000	0,9000
5	21,00	8,00	0,1250	0,8750
6	20,40	6,67	0,1500	0,8500
7	20,40	5,71	0,1750	0,8250
8	20,00	5,00	0,2000	0,8000
9	19,70	4,44	0,2250	0,7750
10	19,40	4,00	0,2500	0,7500
11	19,00	3,64	0,2750	0,7250
12	18,60	3,33	0,3000	0,7000
13	18,00	3,08	0,3250	0,6750
14	16,20	2,86	0,3500	0,6500
15	16,00	2,67	0,3750	0,6250
16	15,80	2,50	0,4000	0,6000
17	15,80	2,35	0,4250	0,5750
18	15,00	2,22	0,4500	0,5500
19	15,00	2,11	0,4750	0,5250
20	14,60	2,00	0,5000	0,5000
21	14,20	1,90	0,5250	0,4750
22	14,00	1,82	0,5500	0,4500
23	14,00	1,74	0,5750	0,4250
24	13,40	1,67	0,6000	0,4000
25	13,00	1,60	0,6250	0,3750
26	12,60	1,54	0,6500	0,3500
27	12,00	1,48	0,6750	0,3250
28	11,40	1,43	0,7000	0,3000
29	11,40	1,38	0,7250	0,2750
30	11,20	1,33	0,7500	0,2500
31	11,00	1,29	0,7750	0,2250
32	10,00	1,25	0,8000	0,2000
33	10,00	1,21	0,8250	0,1750
34	8,50	1,18	0,8500	0,1500
35	8,40	1,14	0,8750	0,1250
36	7,80	1,11	0,9000	0,1000
37	7,40	1,08	0,9250	0,0750
38	7,40	1,05	0,9500	0,0500
39	6,45	1,03	0,9750	0,0250

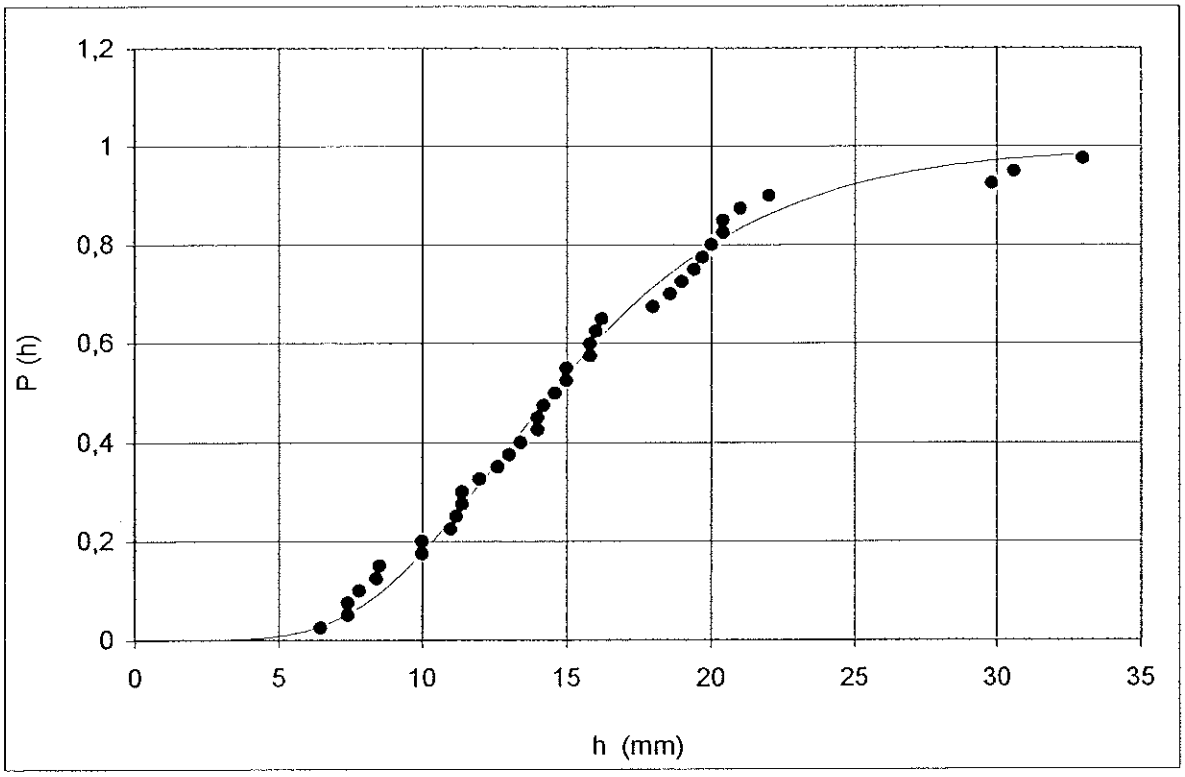
MEDIA μ = 15,499 α_t = 0,2052

SCARTO σ = 6,251 u_t = 12,6864

DURATA t					
15	TR (anni)	=	5	h (mm) =	19,99
primi	TR (anni)	=	10	h (mm) =	23,65
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	27,16
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	31,70

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **15** **primi**



h (mm)	P (h)
0,66	0,0000
1,32	0,0000
1,98	0,0001
2,64	0,0004
3,30	0,0010
3,96	0,0025
4,62	0,0053
5,28	0,0103
5,94	0,0184
6,60	0,0306
7,26	0,0476
7,92	0,0700
8,58	0,0980
9,24	0,1315
9,90	0,1701
10,56	0,2128
11,22	0,2589
11,88	0,3073
12,54	0,3568
13,20	0,4066
13,86	0,4557
14,52	0,5034
15,18	0,5491
15,84	0,5925
16,50	0,6331

h (mm)	P (h)
17,16	0,6708
17,82	0,7056
18,48	0,7375
19,14	0,7665
19,80	0,7928
20,46	0,8164
21,12	0,8377
21,78	0,8567
22,44	0,8736
23,10	0,8887
23,76	0,9021
24,42	0,9140
25,08	0,9244
25,74	0,9337
26,40	0,9418
27,06	0,9490
27,72	0,9553
28,38	0,9609
29,04	0,9657
29,70	0,9700
30,36	0,9738
31,02	0,9770
31,68	0,9799
32,34	0,9824
33,00	0,9847

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **30** **primi**

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	40,00	40,00	0,0250	0,9750
2	39,40	20,00	0,0500	0,9500
3	35,00	13,33	0,0750	0,9250
4	34,40	10,00	0,1000	0,9000
5	34,00	8,00	0,1250	0,8750
6	33,00	6,67	0,1500	0,8500
7	33,00	5,71	0,1750	0,8250
8	32,80	5,00	0,2000	0,8000
9	30,60	4,44	0,2250	0,7750
10	30,40	4,00	0,2500	0,7500
11	30,00	3,64	0,2750	0,7250
12	29,20	3,33	0,3000	0,7000
13	29,00	3,08	0,3250	0,6750
14	29,00	2,86	0,3500	0,6500
15	27,20	2,67	0,3750	0,6250
16	26,00	2,50	0,4000	0,6000
17	25,60	2,35	0,4250	0,5750
18	23,00	2,22	0,4500	0,5500
19	22,00	2,11	0,4750	0,5250
20	22,00	2,00	0,5000	0,5000
21	21,20	1,90	0,5250	0,4750
22	20,00	1,82	0,5500	0,4500
23	20,00	1,74	0,5750	0,4250
24	19,00	1,67	0,6000	0,4000
25	18,00	1,60	0,6250	0,3750
26	17,20	1,54	0,6500	0,3500
27	17,00	1,48	0,6750	0,3250
28	15,60	1,43	0,7000	0,3000
29	15,60	1,38	0,7250	0,2750
30	14,40	1,33	0,7500	0,2500
31	14,40	1,29	0,7750	0,2250
32	14,00	1,25	0,8000	0,2000
33	14,00	1,21	0,8250	0,1750
34	14,00	1,18	0,8500	0,1500
35	13,40	1,14	0,8750	0,1250
36	12,90	1,11	0,9000	0,1000
37	12,60	1,08	0,9250	0,0750
38	10,00	1,05	0,9500	0,0500
39	8,60	1,03	0,9750	0,0250

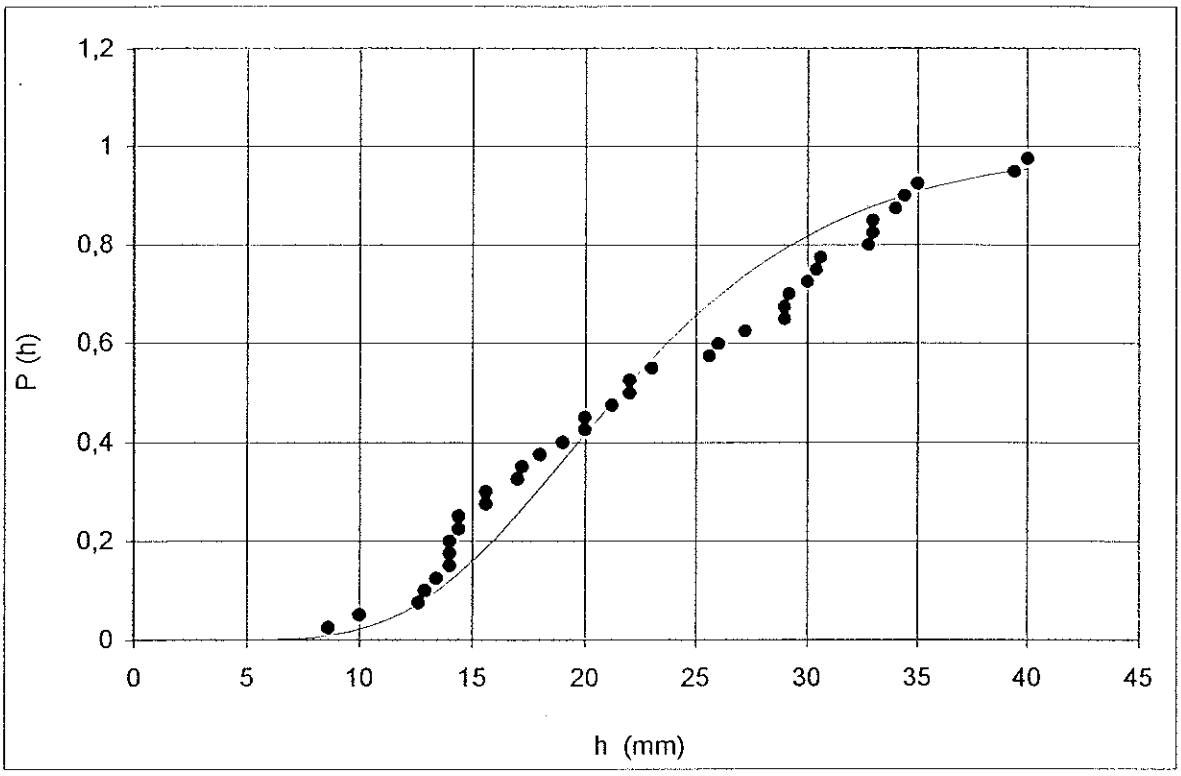
MEDIA μ = 23,013 α_t = 0,1477

SCARTO σ = 8,687 u_t = 19,1049

DURATA t					
30	TR (anni)	=	5	h (mm) =	29,26
primi	TR (anni)	=	10	h (mm) =	34,34
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	39,21
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	45,52

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: CITTADELLA (PD) DURATA: **30** **primi**



h (mm)	P (h)
0,80	0,0000
1,60	0,0000
2,40	0,0000
3,20	0,0000
4,00	0,0001
4,80	0,0003
5,60	0,0006
6,40	0,0015
7,20	0,0030
8,00	0,0058
8,80	0,0102
9,60	0,0171
10,40	0,0269
11,20	0,0402
12,00	0,0575
12,80	0,0791
13,60	0,1049
14,40	0,1349
15,20	0,1686
16,00	0,2056
16,80	0,2452
17,60	0,2868
18,40	0,3296
19,20	0,3730
20,00	0,4164

h (mm)	P (h)
20,80	0,4591
21,60	0,5007
22,40	0,5408
23,20	0,5792
24,00	0,6155
24,80	0,6497
25,60	0,6817
26,40	0,7114
27,20	0,7390
28,00	0,7643
28,80	0,7875
29,60	0,8088
30,40	0,8281
31,20	0,8457
32,00	0,8617
32,80	0,8761
33,60	0,8891
34,40	0,9008
35,20	0,9114
36,00	0,9208
36,80	0,9293
37,60	0,9370
38,40	0,9438
39,20	0,9499
40,00	0,9554

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **45** **primi**

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	54,60	40,00	0,0250	0,9750
2	45,00	20,00	0,0500	0,9500
3	43,00	13,33	0,0750	0,9250
4	39,40	10,00	0,1000	0,9000
5	38,20	8,00	0,1250	0,8750
6	38,00	6,67	0,1500	0,8500
7	37,80	5,71	0,1750	0,8250
8	37,80	5,00	0,2000	0,8000
9	34,40	4,44	0,2250	0,7750
10	32,80	4,00	0,2500	0,7500
11	31,40	3,64	0,2750	0,7250
12	30,80	3,33	0,3000	0,7000
13	30,60	3,08	0,3250	0,6750
14	30,40	2,86	0,3500	0,6500
15	30,20	2,67	0,3750	0,6250
16	29,60	2,50	0,4000	0,6000
17	29,00	2,35	0,4250	0,5750
18	28,20	2,22	0,4500	0,5500
19	27,60	2,11	0,4750	0,5250
20	26,60	2,00	0,5000	0,5000
21	25,80	1,90	0,5250	0,4750
22	25,60	1,82	0,5500	0,4500
23	25,50	1,74	0,5750	0,4250
24	25,00	1,67	0,6000	0,4000
25	24,00	1,60	0,6250	0,3750
26	23,40	1,54	0,6500	0,3500
27	21,60	1,48	0,6750	0,3250
28	21,40	1,43	0,7000	0,3000
29	19,35	1,38	0,7250	0,2750
30	17,40	1,33	0,7500	0,2500
31	17,00	1,29	0,7750	0,2250
32	16,80	1,25	0,8000	0,2000
33	16,35	1,21	0,8250	0,1750
34	15,60	1,18	0,8500	0,1500
35	14,00	1,14	0,8750	0,1250
36	14,00	1,11	0,9000	0,1000
37	13,60	1,08	0,9250	0,0750
38	12,00	1,05	0,9500	0,0500
39	11,80	1,03	0,9750	0,0250

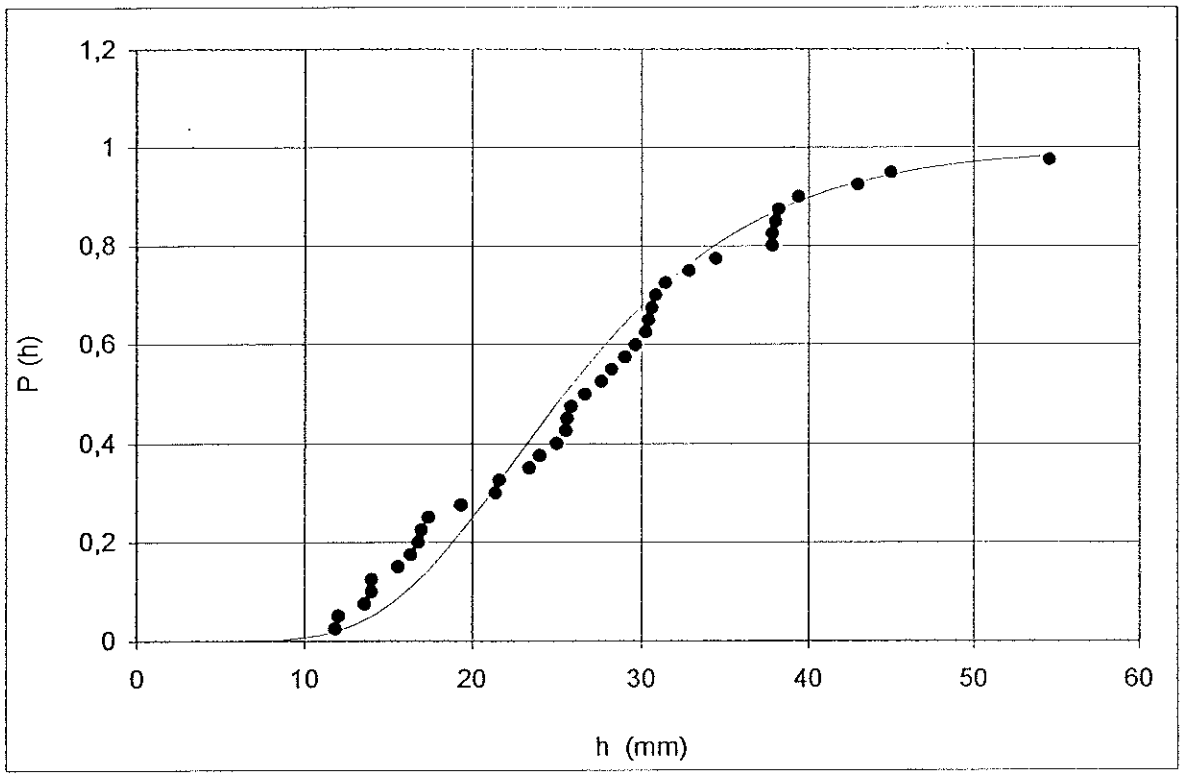
MEDIA μ = 27,067 α_t = 0,1282

SCARTO σ = 10,011 u_t = 22,5628

DURATA t					
45	TR (anni)	=	5	h (mm) =	34,27
primi	TR (anni)	=	10	h (mm) =	40,12
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	45,74
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	53,01

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **45** **primi**



h (mm)	P (h)
1,09	0,0000
2,18	0,0000
3,28	0,0000
4,37	0,0000
5,46	0,0001
6,55	0,0004
7,64	0,0012
8,74	0,0028
9,83	0,0060
10,92	0,0117
12,01	0,0209
13,10	0,0347
14,20	0,0538
15,29	0,0788
16,38	0,1099
17,47	0,1466
18,56	0,1884
19,66	0,2342
20,75	0,2831
21,84	0,3339
22,93	0,3853
24,02	0,4364
25,12	0,4863
26,21	0,5343
27,30	0,5799

h (mm)	P (h)
28,39	0,6227
29,48	0,6624
30,58	0,6990
31,67	0,7325
32,76	0,7629
33,85	0,7903
34,94	0,8150
36,04	0,8370
37,13	0,8567
38,22	0,8742
39,31	0,8897
40,40	0,9034
41,50	0,9154
42,59	0,9261
43,68	0,9354
44,77	0,9436
45,86	0,9508
46,96	0,9571
48,05	0,9626
49,14	0,9674
50,23	0,9716
51,32	0,9752
52,42	0,9784
53,51	0,9812
54,60	0,9837

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: CITTADELLA (PD) DURATA: 1 ora

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	62,60	40,00	0,0250	0,9750
2	50,00	20,00	0,0500	0,9500
3	47,00	13,33	0,0750	0,9250
4	46,40	10,00	0,1000	0,9000
5	42,20	8,00	0,1250	0,8750
6	41,80	6,67	0,1500	0,8500
7	40,00	5,71	0,1750	0,8250
8	40,00	5,00	0,2000	0,8000
9	38,40	4,44	0,2250	0,7750
10	35,40	4,00	0,2500	0,7500
11	34,40	3,64	0,2750	0,7250
12	34,00	3,33	0,3000	0,7000
13	32,20	3,08	0,3250	0,6750
14	31,60	2,86	0,3500	0,6500
15	31,20	2,67	0,3750	0,6250
16	30,60	2,50	0,4000	0,6000
17	30,60	2,35	0,4250	0,5750
18	30,20	2,22	0,4500	0,5500
19	30,20	2,11	0,4750	0,5250
20	29,60	2,00	0,5000	0,5000
21	29,60	1,90	0,5250	0,4750
22	28,20	1,82	0,5500	0,4500
23	27,00	1,74	0,5750	0,4250
24	26,00	1,67	0,6000	0,4000
25	25,80	1,60	0,6250	0,3750
26	25,60	1,54	0,6500	0,3500
27	25,20	1,48	0,6750	0,3250
28	22,60	1,43	0,7000	0,3000
29	21,80	1,38	0,7250	0,2750
30	21,80	1,33	0,7500	0,2500
31	19,60	1,29	0,7750	0,2250
32	18,40	1,25	0,8000	0,2000
33	16,80	1,21	0,8250	0,1750
34	15,60	1,18	0,8500	0,1500
35	14,80	1,14	0,8750	0,1250
36	14,80	1,11	0,9000	0,1000
37	14,00	1,08	0,9250	0,0750
38	13,00	1,05	0,9500	0,0500
39	12,40	1,03	0,9750	0,0250

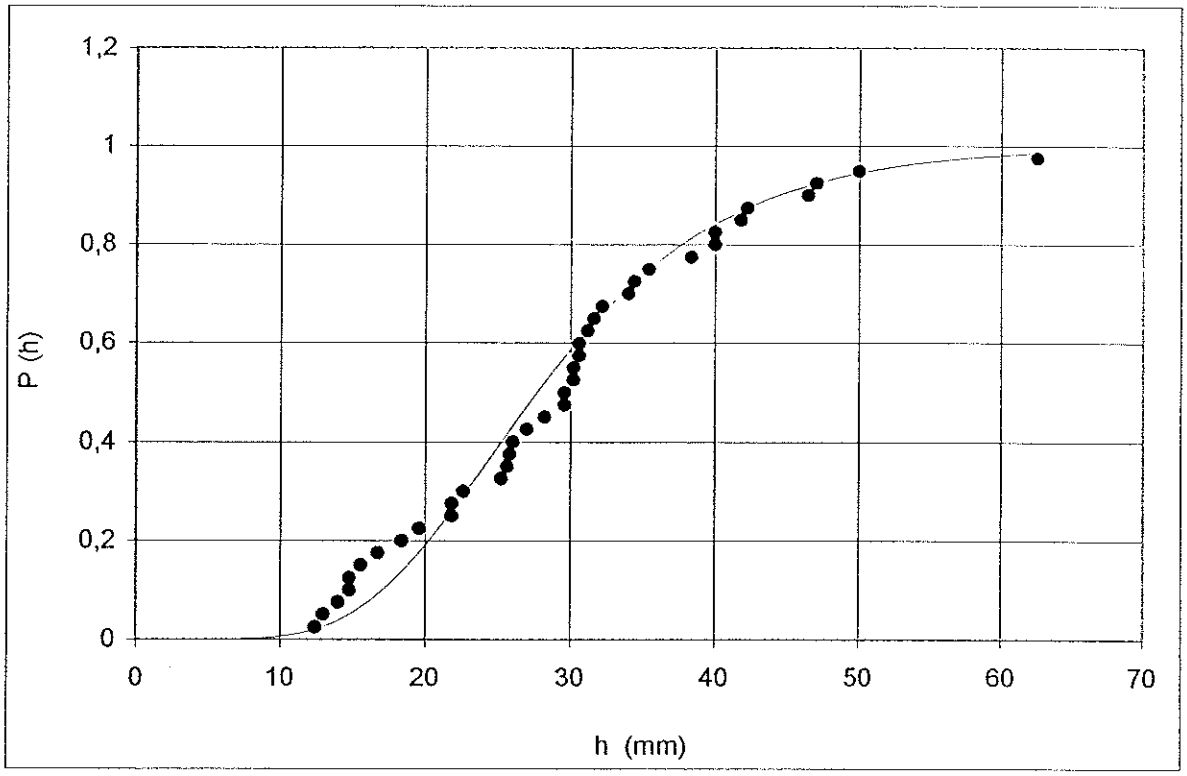
MEDIA μ = 29,523 α_t = 0,1134

SCARTO σ = 11,313 u_t = 24,4334

DURATA t					
1	TR (anni)	=	5	h (mm) =	37,66
ora	TR (anni)	=	10	h (mm) =	44,28
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	50,62
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	58,84

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **1 ora**



h (mm)	P (h)
1,25	0,0000
2,50	0,0000
3,76	0,0000
5,01	0,0001
6,26	0,0004
7,51	0,0011
8,76	0,0027
10,02	0,0059
11,27	0,0117
12,52	0,0210
13,77	0,0351
15,02	0,0546
16,28	0,0803
17,53	0,1121
18,78	0,1498
20,03	0,1926
21,28	0,2395
22,54	0,2894
23,79	0,3410
25,04	0,3932
26,29	0,4449
27,54	0,4952
28,80	0,5435
30,05	0,5892
31,30	0,6319

h (mm)	P (h)
32,55	0,6715
33,80	0,7078
35,06	0,7410
36,31	0,7710
37,56	0,7980
38,81	0,8222
40,06	0,8438
41,32	0,8629
42,57	0,8799
43,82	0,8950
45,07	0,9082
46,32	0,9199
47,58	0,9301
48,83	0,9391
50,08	0,9469
51,33	0,9538
52,58	0,9598
53,84	0,9650
55,09	0,9696
56,34	0,9735
57,59	0,9770
58,84	0,9800
60,10	0,9826
61,35	0,9849
62,60	0,9869

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **3** **ore**

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	64,60	38,00	0,0263	0,9737
2	62,20	19,00	0,0526	0,9474
3	60,00	12,67	0,0789	0,9211
4	58,40	9,50	0,1053	0,8947
5	53,20	7,60	0,1316	0,8684
6	48,20	6,33	0,1579	0,8421
7	46,80	5,43	0,1842	0,8158
8	46,60	4,75	0,2105	0,7895
9	44,80	4,22	0,2368	0,7632
10	44,60	3,80	0,2632	0,7368
11	44,00	3,45	0,2895	0,7105
12	43,40	3,17	0,3158	0,6842
13	43,40	2,92	0,3421	0,6579
14	43,00	2,71	0,3684	0,6316
15	42,20	2,53	0,3947	0,6053
16	41,00	2,38	0,4211	0,5789
17	40,20	2,24	0,4474	0,5526
18	39,20	2,11	0,4737	0,5263
19	39,20	2,00	0,5000	0,5000
20	39,00	1,90	0,5263	0,4737
21	38,40	1,81	0,5526	0,4474
22	36,40	1,73	0,5789	0,4211
23	35,20	1,65	0,6053	0,3947
24	34,40	1,58	0,6316	0,3684
25	33,40	1,52	0,6579	0,3421
26	32,40	1,46	0,6842	0,3158
27	31,20	1,41	0,7105	0,2895
28	30,00	1,36	0,7368	0,2632
29	30,00	1,31	0,7632	0,2368
30	29,80	1,27	0,7895	0,2105
31	27,20	1,23	0,8158	0,1842
32	25,40	1,19	0,8421	0,1579
33	24,00	1,15	0,8684	0,1316
34	23,80	1,12	0,8947	0,1053
35	21,40	1,09	0,9211	0,0789
36	17,80	1,06	0,9474	0,0526
37	15,60	1,03	0,9737	0,0263

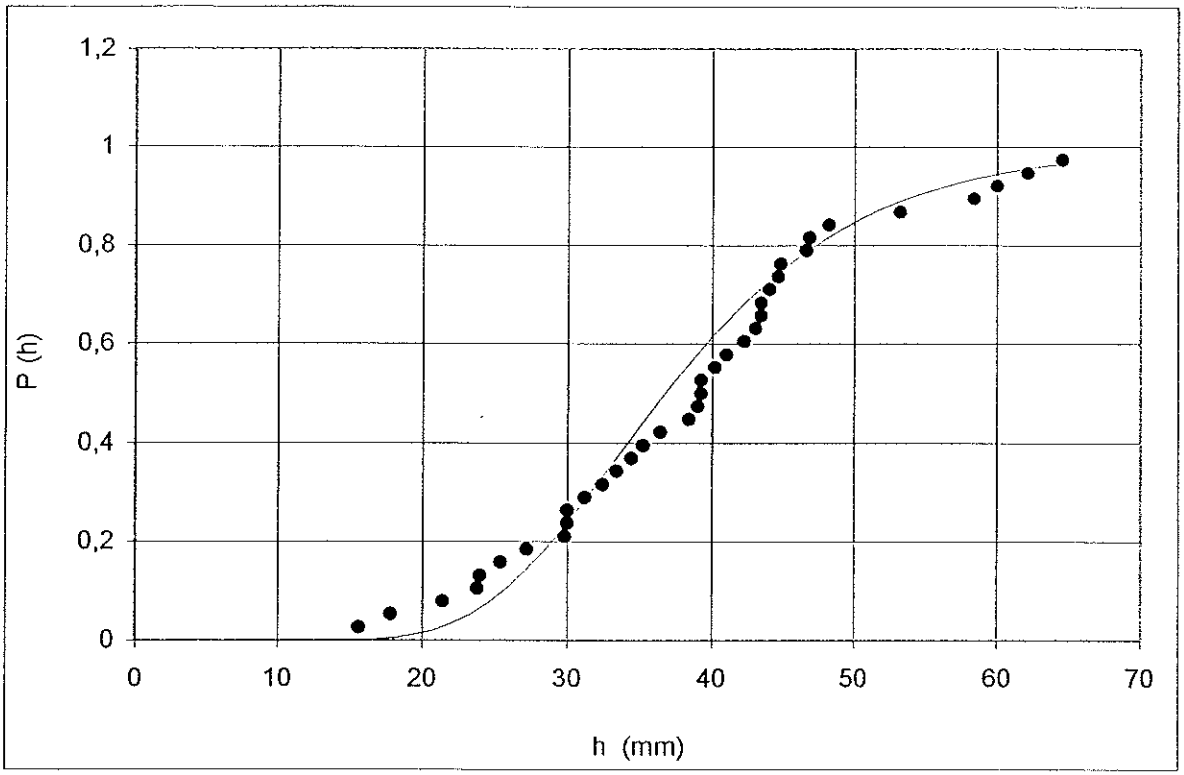
MEDIA μ = 38,659 α_t = 0,1080

SCARTO σ = 11,884 u_t = 33,3131

DURATA t					
3	TR (anni)	=	5	h (mm)	= 47,21
ore	TR (anni)	=	10	h (mm)	= 54,16
	TR (anni)	=	20	h (mm)	= 60,82
	TR (anni)	=	50	h (mm)	= 69,46

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **3** **ore**



h (mm)	P (h)
1,29	0,0000
2,58	0,0000
3,88	0,0000
5,17	0,0000
6,46	0,0000
7,75	0,0000
9,04	0,0000
10,34	0,0000
11,63	0,0000
12,92	0,0001
14,21	0,0004
15,50	0,0011
16,80	0,0026
18,09	0,0057
19,38	0,0111
20,67	0,0199
21,96	0,0332
23,26	0,0517
24,55	0,0761
25,84	0,1064
27,13	0,1424
28,42	0,1836
29,72	0,2289
31,01	0,2773
32,30	0,3277

h (mm)	P (h)
33,59	0,3790
34,88	0,4300
36,18	0,4799
37,47	0,5281
38,76	0,5738
40,05	0,6169
41,34	0,6569
42,64	0,6939
43,93	0,7277
45,22	0,7584
46,51	0,7862
47,80	0,8112
49,10	0,8336
50,39	0,8536
51,68	0,8714
52,97	0,8871
54,26	0,9011
55,56	0,9134
56,85	0,9242
58,14	0,9338
59,43	0,9421
60,72	0,9495
62,02	0,9559
63,31	0,9615
64,60	0,9665

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **6** **ore**

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	89,00	38,00	0,0263	0,9737
2	69,40	19,00	0,0526	0,9474
3	66,40	12,67	0,0789	0,9211
4	65,40	9,50	0,1053	0,8947
5	64,80	7,60	0,1316	0,8684
6	58,80	6,33	0,1579	0,8421
7	55,20	5,43	0,1842	0,8158
8	55,00	4,75	0,2105	0,7895
9	54,50	4,22	0,2368	0,7632
10	54,20	3,80	0,2632	0,7368
11	53,20	3,45	0,2895	0,7105
12	51,80	3,17	0,3158	0,6842
13	51,20	2,92	0,3421	0,6579
14	50,00	2,71	0,3684	0,6316
15	50,00	2,53	0,3947	0,6053
16	49,60	2,38	0,4211	0,5789
17	48,60	2,24	0,4474	0,5526
18	44,00	2,11	0,4737	0,5263
19	43,80	2,00	0,5000	0,5000
20	43,40	1,90	0,5263	0,4737
21	43,20	1,81	0,5526	0,4474
22	42,40	1,73	0,5789	0,4211
23	42,00	1,65	0,6053	0,3947
24	40,40	1,58	0,6316	0,3684
25	40,00	1,52	0,6579	0,3421
26	39,80	1,46	0,6842	0,3158
27	39,00	1,41	0,7105	0,2895
28	37,00	1,36	0,7368	0,2632
29	36,00	1,31	0,7632	0,2368
30	35,80	1,27	0,7895	0,2105
31	34,00	1,23	0,8158	0,1842
32	33,80	1,19	0,8421	0,1579
33	33,40	1,15	0,8684	0,1316
34	33,00	1,12	0,8947	0,1053
35	28,00	1,09	0,9211	0,0789
36	25,20	1,06	0,9474	0,0526
37	23,00	1,03	0,9737	0,0263

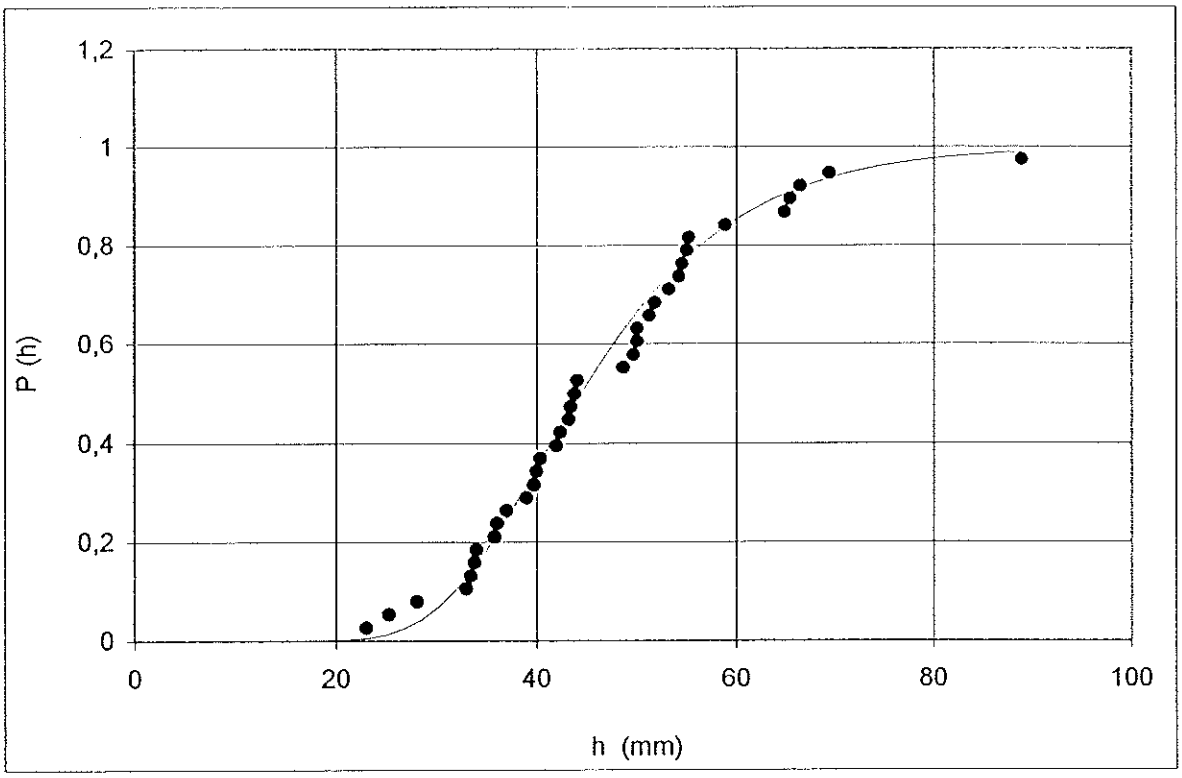
MEDIA μ = 46,603 α_t = 0,0950

SCARTO σ = 13,500 u_t = 40,5294

DURATA t					
6	TR (anni)	=	5	h (mm) =	56,31
ore	TR (anni)	=	10	h (mm) =	64,21
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	71,78
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	81,59

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: CITTADELLA (PD) DURATA: 6 ore



h (mm)	P (h)
1,78	0,0000
3,56	0,0000
5,34	0,0000
7,12	0,0000
8,90	0,0000
10,68	0,0000
12,46	0,0000
14,24	0,0000
16,02	0,0000
17,80	0,0002
19,58	0,0007
21,36	0,0021
23,14	0,0054
24,92	0,0122
26,70	0,0242
28,48	0,0432
30,26	0,0704
32,04	0,1064
33,82	0,1508
35,60	0,2024
37,38	0,2595
39,16	0,3201
40,94	0,3822
42,72	0,4439
44,50	0,5038

h (mm)	P (h)
46,28	0,5605
48,06	0,6133
49,84	0,6618
51,62	0,7057
53,40	0,7451
55,18	0,7800
56,96	0,8107
58,74	0,8376
60,52	0,8611
62,30	0,8813
64,08	0,8988
65,86	0,9139
67,64	0,9268
69,42	0,9378
71,20	0,9472
72,98	0,9553
74,76	0,9621
76,54	0,9679
78,32	0,9728
80,10	0,9770
81,88	0,9805
83,66	0,9835
85,44	0,9861
87,22	0,9882
89,00	0,9901

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **12** **ore**

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	95,00	38,00	0,0263	0,9737
2	78,40	19,00	0,0526	0,9474
3	76,00	12,67	0,0789	0,9211
4	72,80	9,50	0,1053	0,8947
5	71,00	7,60	0,1316	0,8684
6	70,60	6,33	0,1579	0,8421
7	69,60	5,43	0,1842	0,8158
8	68,20	4,75	0,2105	0,7895
9	66,80	4,22	0,2368	0,7632
10	65,00	3,80	0,2632	0,7368
11	64,00	3,45	0,2895	0,7105
12	62,00	3,17	0,3158	0,6842
13	60,80	2,92	0,3421	0,6579
14	60,00	2,71	0,3684	0,6316
15	58,00	2,53	0,3947	0,6053
16	57,80	2,38	0,4211	0,5789
17	57,40	2,24	0,4474	0,5526
18	57,00	2,11	0,4737	0,5263
19	55,60	2,00	0,5000	0,5000
20	55,40	1,90	0,5263	0,4737
21	53,00	1,81	0,5526	0,4474
22	53,00	1,73	0,5789	0,4211
23	52,40	1,65	0,6053	0,3947
24	51,00	1,58	0,6316	0,3684
25	50,80	1,52	0,6579	0,3421
26	48,80	1,46	0,6842	0,3158
27	47,00	1,41	0,7105	0,2895
28	46,60	1,36	0,7368	0,2632
29	45,00	1,31	0,7632	0,2368
30	44,60	1,27	0,7895	0,2105
31	44,20	1,23	0,8158	0,1842
32	43,20	1,19	0,8421	0,1579
33	41,40	1,15	0,8684	0,1316
34	41,40	1,12	0,8947	0,1053
35	39,60	1,09	0,9211	0,0789
36	37,20	1,06	0,9474	0,0526
37	37,00	1,03	0,9737	0,0263

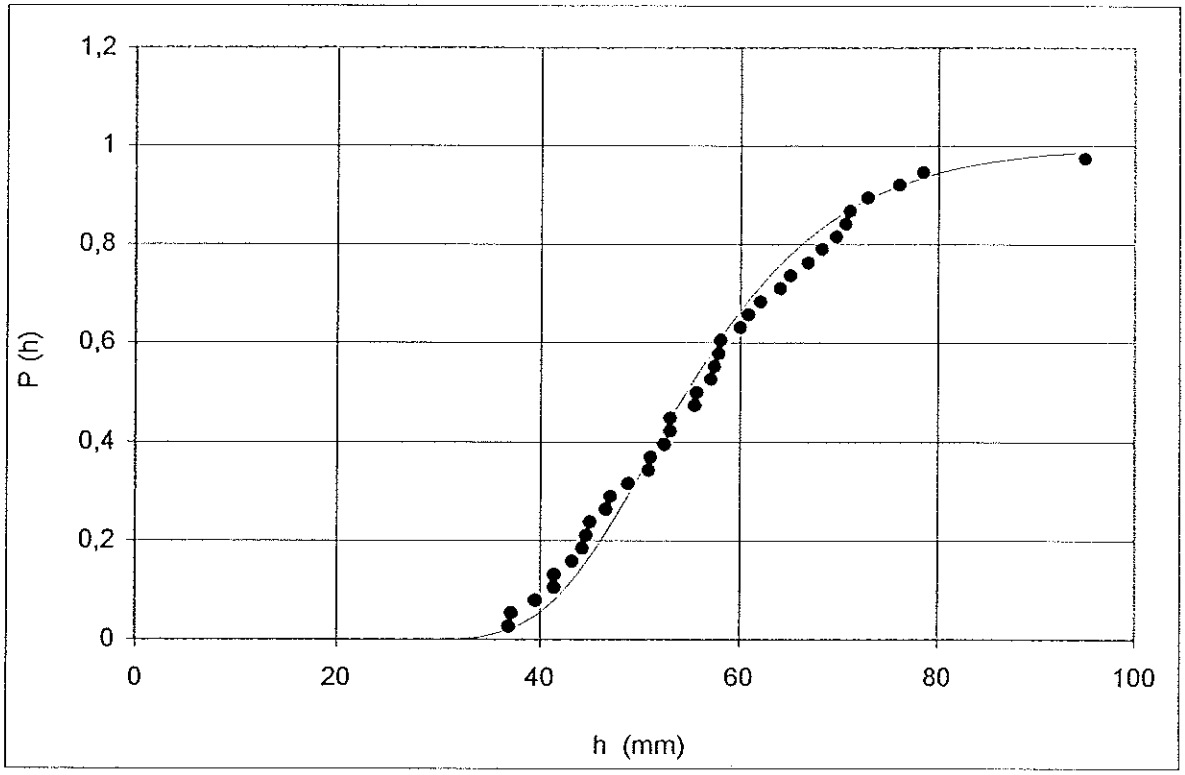
MEDIA μ = 56,692 α_t = 0,0988

SCARTO σ = 12,990 u_t = 50,8479

DURATA t					
12	TR (anni)	=	5	h (mm) =	66,03
ore	TR (anni)	=	10	h (mm) =	73,63
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	80,92
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	90,35

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **12** ore



h (mm)	P (h)
1,90	0,0000
3,80	0,0000
5,70	0,0000
7,60	0,0000
9,50	0,0000
11,40	0,0000
13,30	0,0000
15,20	0,0000
17,10	0,0000
19,00	0,0000
20,90	0,0000
22,80	0,0000
24,70	0,0000
26,60	0,0000
28,50	0,0001
30,40	0,0005
32,30	0,0019
34,20	0,0056
36,10	0,0137
38,00	0,0285
39,90	0,0524
41,80	0,0868
43,70	0,1319
45,60	0,1865
47,50	0,2486

h (mm)	P (h)
49,40	0,3155
51,30	0,3843
53,20	0,4526
55,10	0,5184
57,00	0,5801
58,90	0,6367
60,80	0,6878
62,70	0,7333
64,60	0,7733
66,50	0,8081
68,40	0,8381
70,30	0,8638
72,20	0,8857
74,10	0,9043
76,00	0,9200
77,90	0,9332
79,80	0,9443
81,70	0,9536
83,60	0,9614
85,50	0,9679
87,40	0,9733
89,30	0,9778
91,20	0,9816
93,10	0,9847
95,00	0,9873

PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI - ELABORAZIONI METODO DI GUMBEL

STAZIONE: CITTADELLA (PD) DURATA: 24 ore

n.ordine m	altezza precipitazione h (mm)	tempo ritorno TR (anni)	frequenza superamento	frequenza non superamento (F)
1	109,60	38,00	0,0263	0,9737
2	100,20	19,00	0,0526	0,9474
3	96,40	12,67	0,0789	0,9211
4	95,40	9,50	0,1053	0,8947
5	93,80	7,60	0,1316	0,8684
6	90,00	6,33	0,1579	0,8421
7	87,00	5,43	0,1842	0,8158
8	84,60	4,75	0,2105	0,7895
9	83,20	4,22	0,2368	0,7632
10	78,40	3,80	0,2632	0,7368
11	78,00	3,45	0,2895	0,7105
12	74,80	3,17	0,3158	0,6842
13	73,20	2,92	0,3421	0,6579
14	72,70	2,71	0,3684	0,6316
15	71,60	2,53	0,3947	0,6053
16	70,80	2,38	0,4211	0,5789
17	70,00	2,24	0,4474	0,5526
18	68,60	2,11	0,4737	0,5263
19	67,60	2,00	0,5000	0,5000
20	66,80	1,90	0,5263	0,4737
21	65,80	1,81	0,5526	0,4474
22	65,60	1,73	0,5789	0,4211
23	64,60	1,65	0,6053	0,3947
24	62,40	1,58	0,6316	0,3684
25	62,40	1,52	0,6579	0,3421
26	59,20	1,46	0,6842	0,3158
27	58,80	1,41	0,7105	0,2895
28	58,00	1,36	0,7368	0,2632
29	57,00	1,31	0,7632	0,2368
30	55,80	1,27	0,7895	0,2105
31	55,60	1,23	0,8158	0,1842
32	55,00	1,19	0,8421	0,1579
33	55,00	1,15	0,8684	0,1316
34	54,60	1,12	0,8947	0,1053
35	53,40	1,09	0,9211	0,0789
36	49,80	1,06	0,9474	0,0526
37	44,60	1,03	0,9737	0,0263

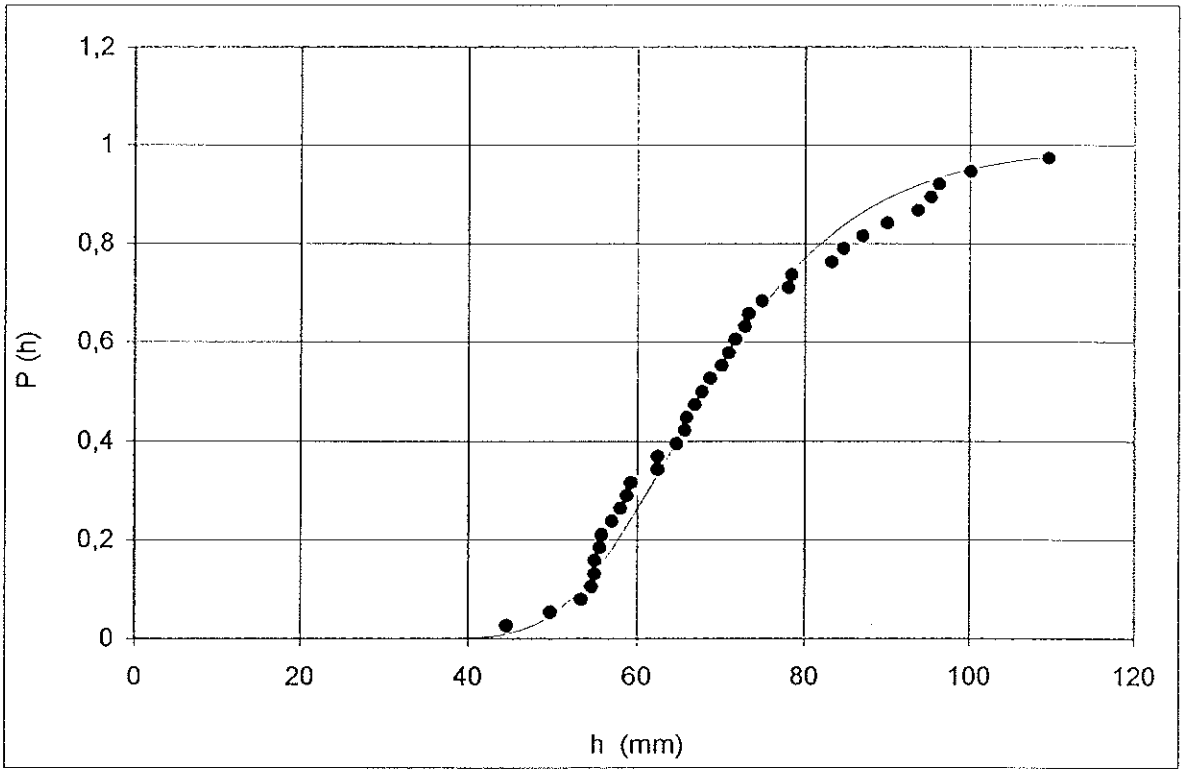
MEDIA μ = 70,549 α_t = 0,0820

SCARTO σ = 15,645 u_t = 63,5101

DURATA t					
24	TR (anni)	=	5	h (mm) =	81,80
ore	TR (anni)	=	10	h (mm) =	90,95
	TR (anni)	=	20	h (mm) =	99,73
	TR (anni)	=	50	h (mm) =	111,09

FUNZIONE DI PROBABILITA' DI GUMBEL

STAZIONE: **CITTADELLA (PD)** DURATA: **24** **ore**



h (mm)	P (h)
2,19	0,0000
4,38	0,0000
6,58	0,0000
8,77	0,0000
10,96	0,0000
13,15	0,0000
15,34	0,0000
17,54	0,0000
19,73	0,0000
21,92	0,0000
24,11	0,0000
26,30	0,0000
28,50	0,0000
30,69	0,0000
32,88	0,0000
35,07	0,0000
37,26	0,0002
39,46	0,0008
41,65	0,0025
43,84	0,0066
46,03	0,0151
48,22	0,0301
50,42	0,0536
52,61	0,0867
54,80	0,1297

h (mm)	P (h)
56,99	0,1815
59,18	0,2403
61,38	0,3038
63,57	0,3696
65,76	0,4354
67,95	0,4992
70,14	0,5597
72,34	0,6157
74,53	0,6669
76,72	0,7129
78,91	0,7537
81,10	0,7896
83,30	0,8209
85,49	0,8480
87,68	0,8713
89,87	0,8913
92,06	0,9083
94,26	0,9228
96,45	0,9351
98,64	0,9455
100,83	0,9542
103,02	0,9616
105,22	0,9678
107,41	0,9730
109,60	0,9774

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

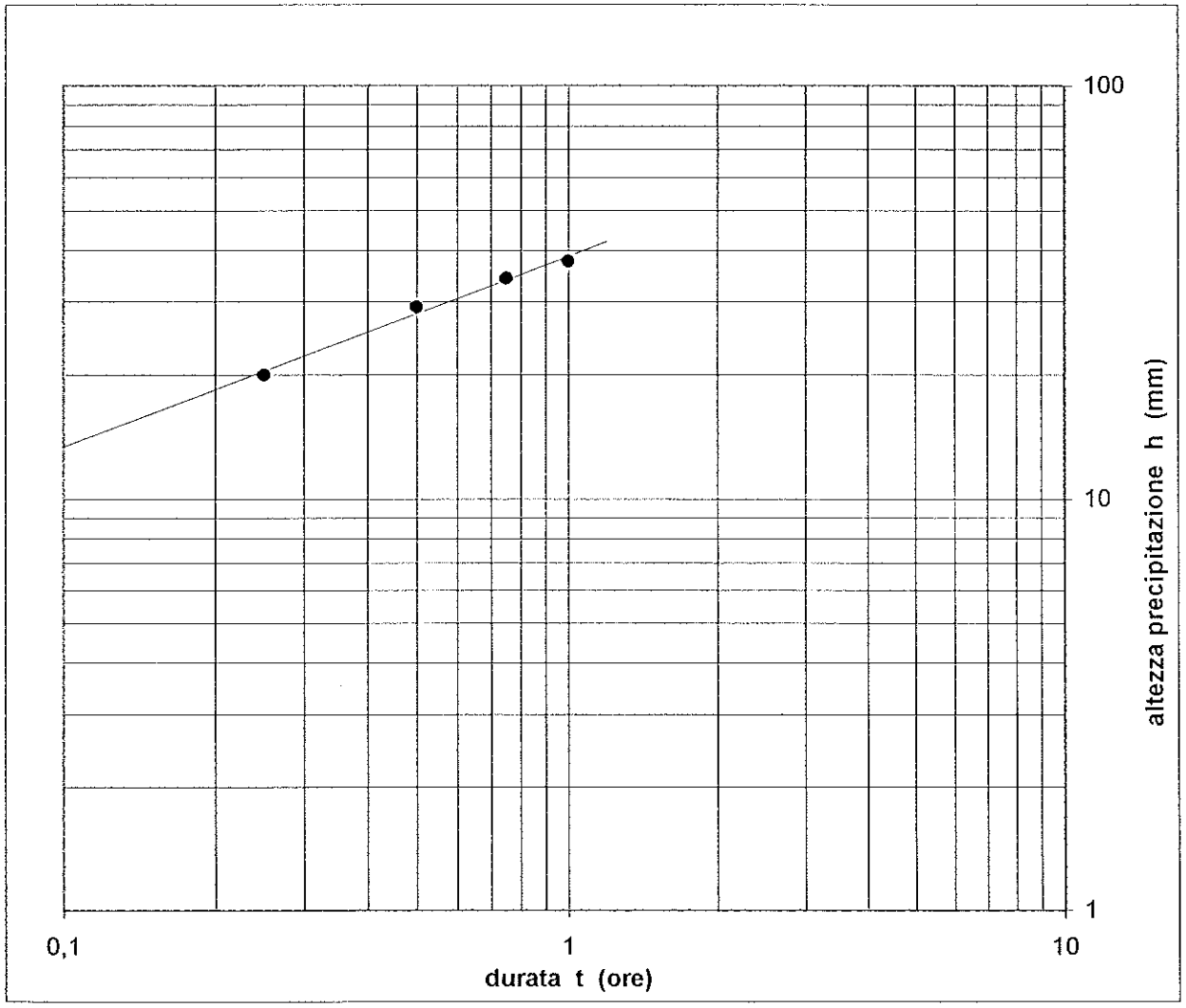
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t < 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 5

$h = a\ t^n$ a = 38,73

h (mm) t (ore) n = 0,461



durata t	altezza h
ore	mm
0,25	19,99
0,5	29,26
0,75	34,27
1	37,66

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

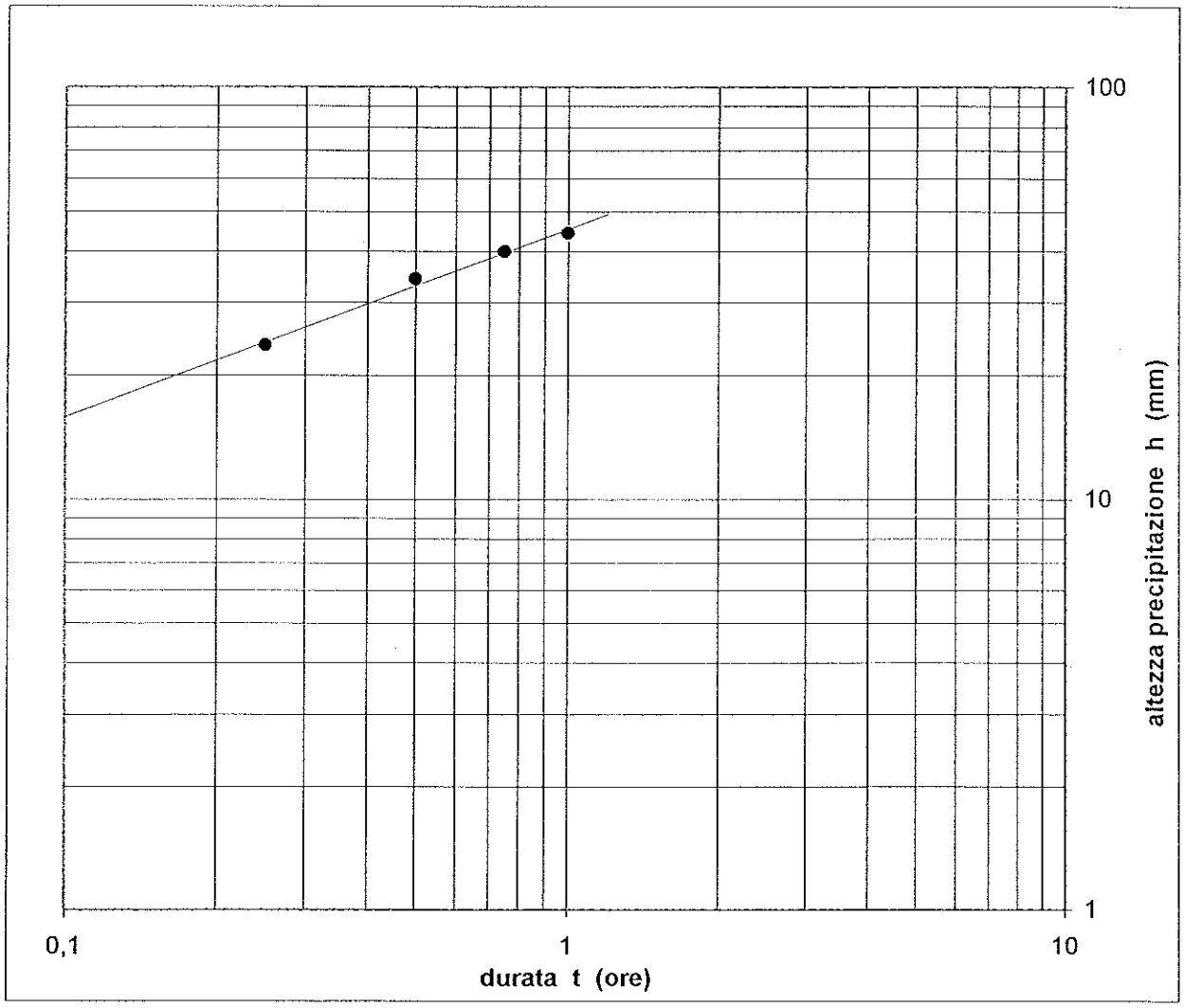
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t < 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 10

$h = a\ t^n$ a = 45,39

h (mm) t (ore) n = 0,456



durata t	altezza h
ore	mm
0,25	23,65
0,5	34,34
0,75	40,12
1	44,28

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

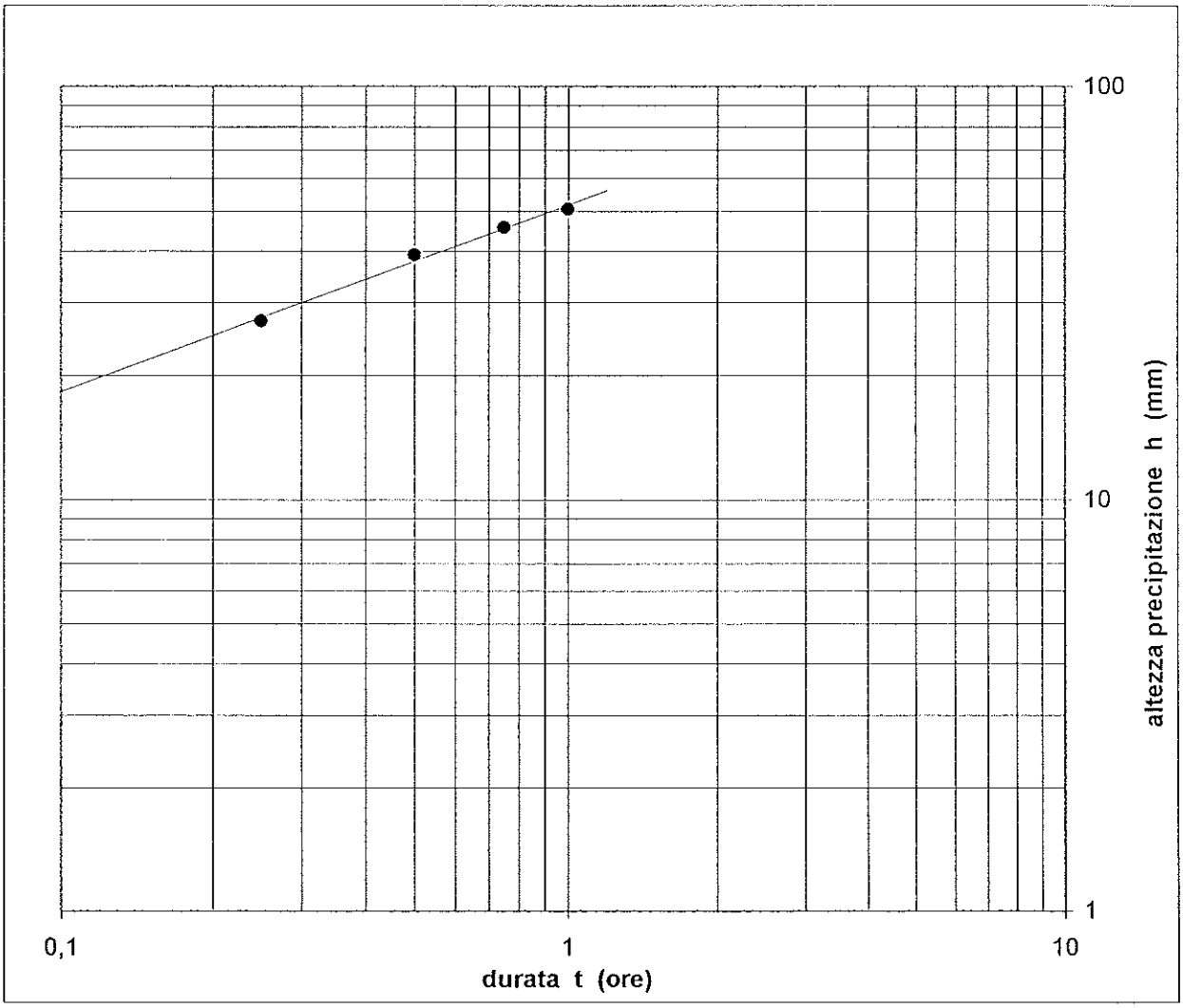
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t < 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 20

$h = a\ t^n$ a = 51,77

h (mm) t (ore) n = 0,452



durata t	altezza h
ore	mm
0,25	27,16
0,5	39,21
0,75	45,74
1	50,62

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

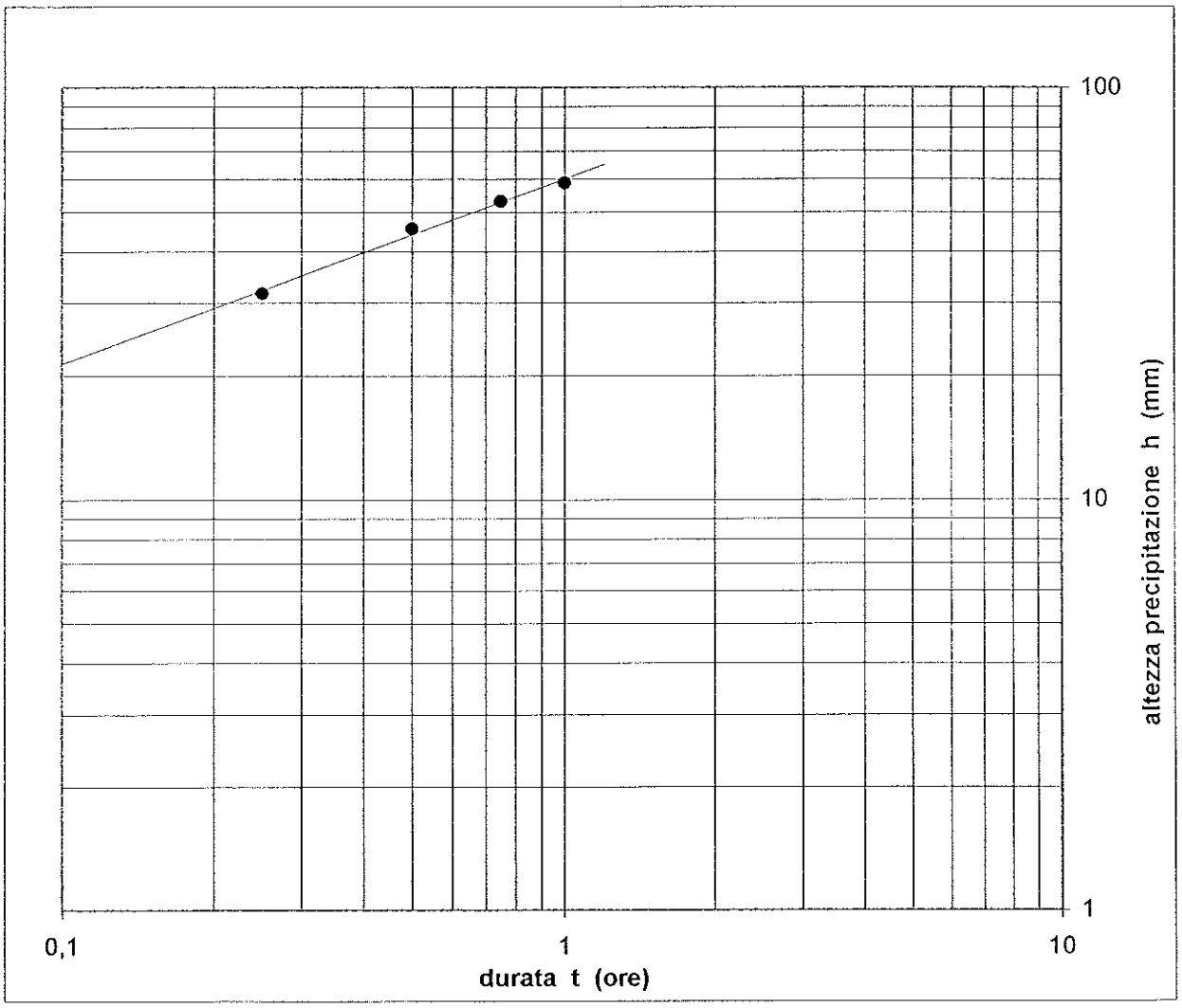
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t < 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 50

$h = a\ t^n$ a = 60,04

h (mm) t (ore) n = 0,448



durata t	altezza h
ore	mm
0,25	31,7
0,5	45,52
0,75	53,01
1	58,84

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

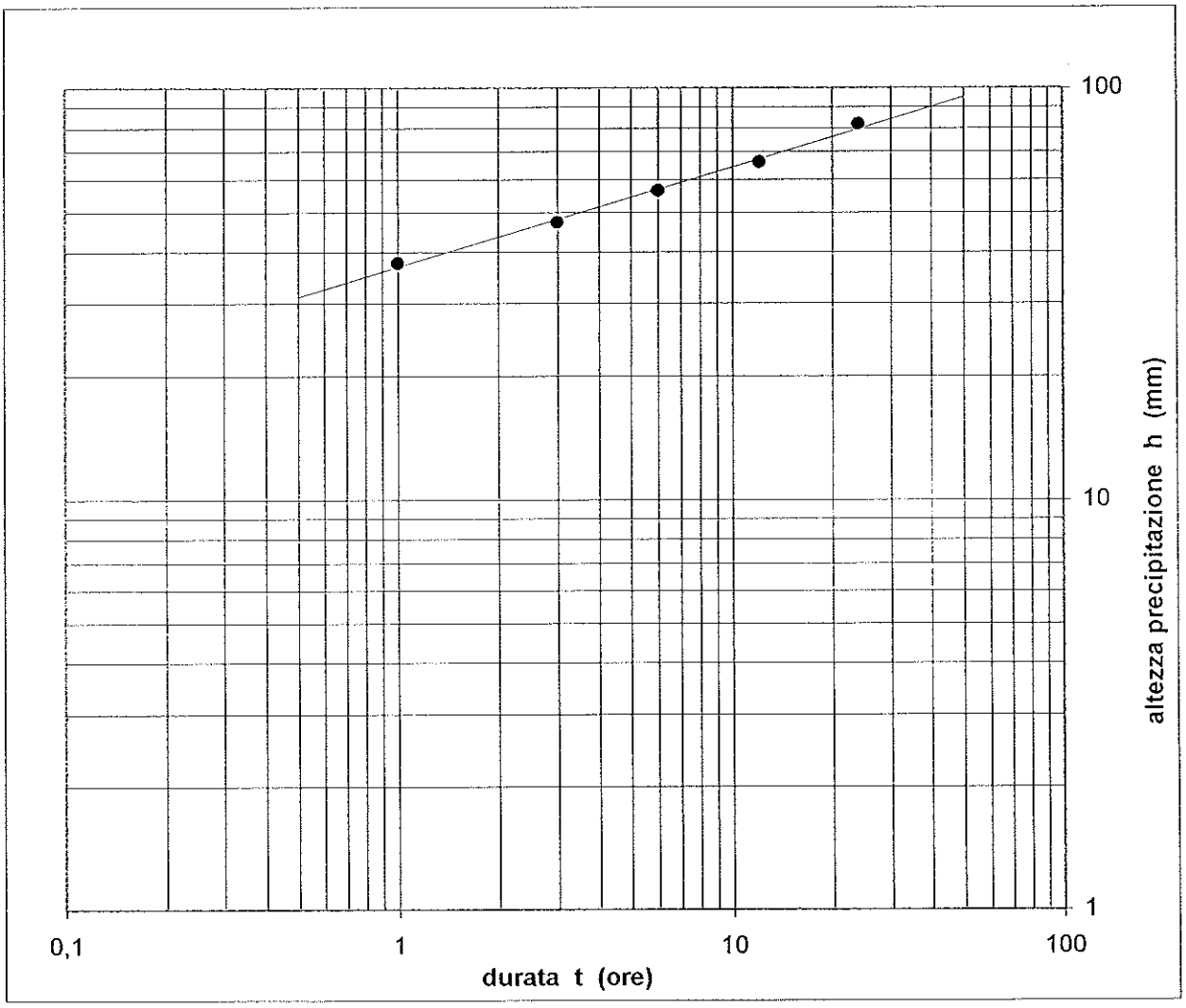
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t > 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 5

$h = a\ t^n$ a = 36,87

h (mm) t (ore) n = 0,242



durata t	altezza h
ore	mm
1	37,66
3	47,21
6	56,31
12	66,03
24	81,8

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

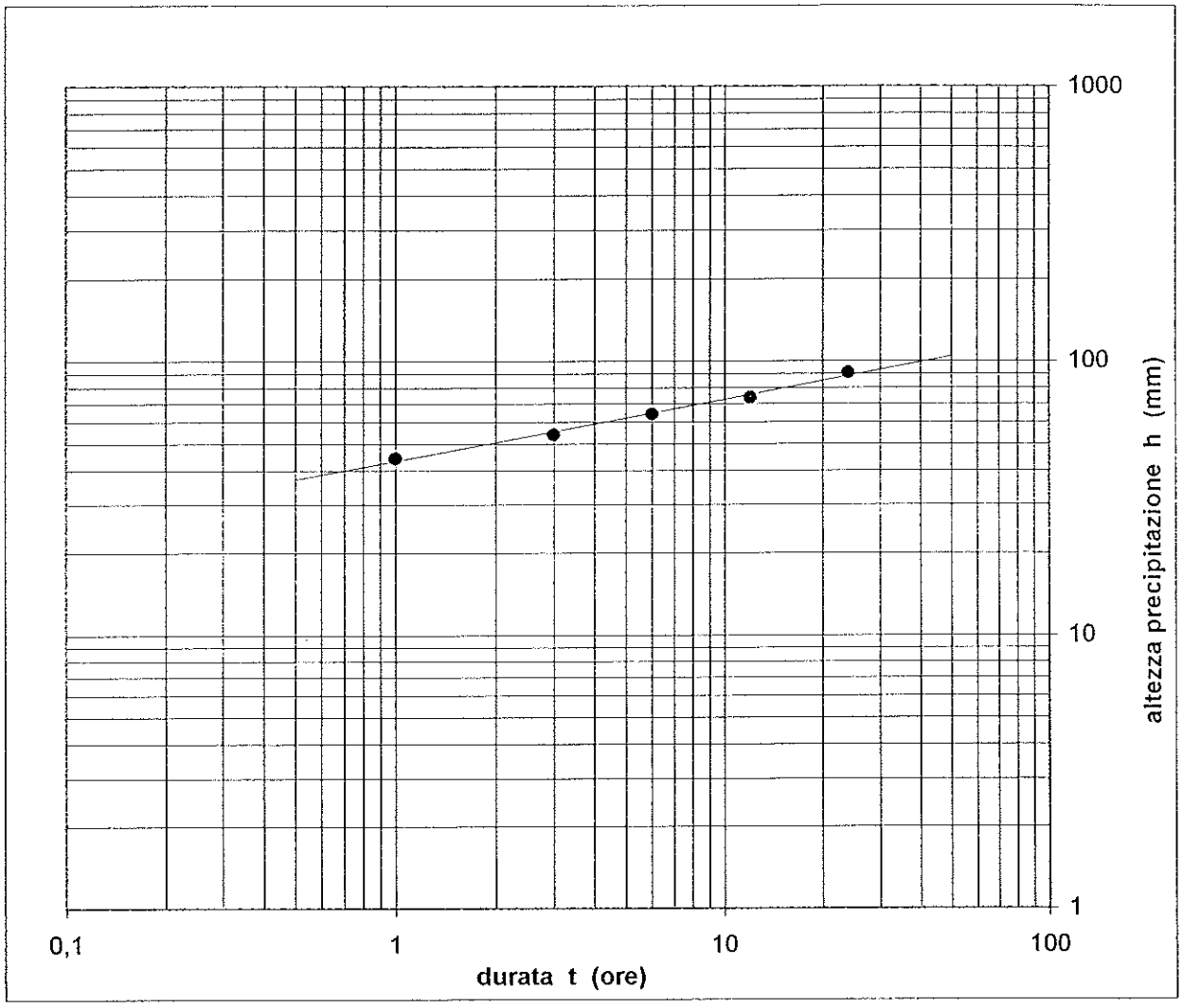
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t > 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 10

$h = a\ t^n$ a = 43,29

h (mm) t (ore) n = 0,224



durata t	altezza h
ore	mm
1	44,28
3	54,16
6	64,21
12	73,63
24	90,95

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

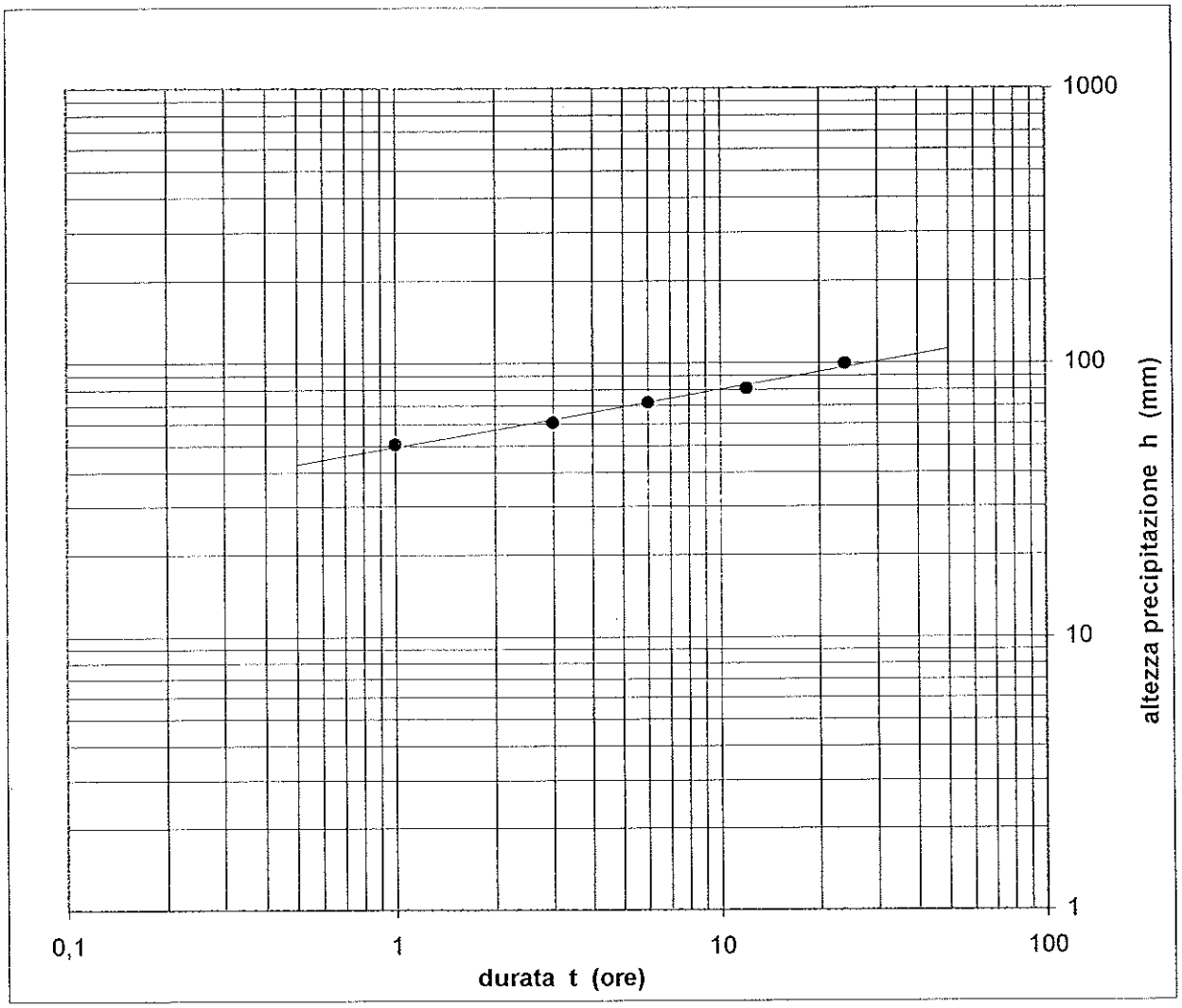
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t > 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 20

$h = a\ t^n$ a = 49,44

h (mm) t (ore) n = 0,210



durata t	altezza h
ore	mm
1	50,62
3	60,82
6	71,78
12	80,92
24	99,73

LINEA SEGNALATRICE POSSIBILITA' CLIMATICA

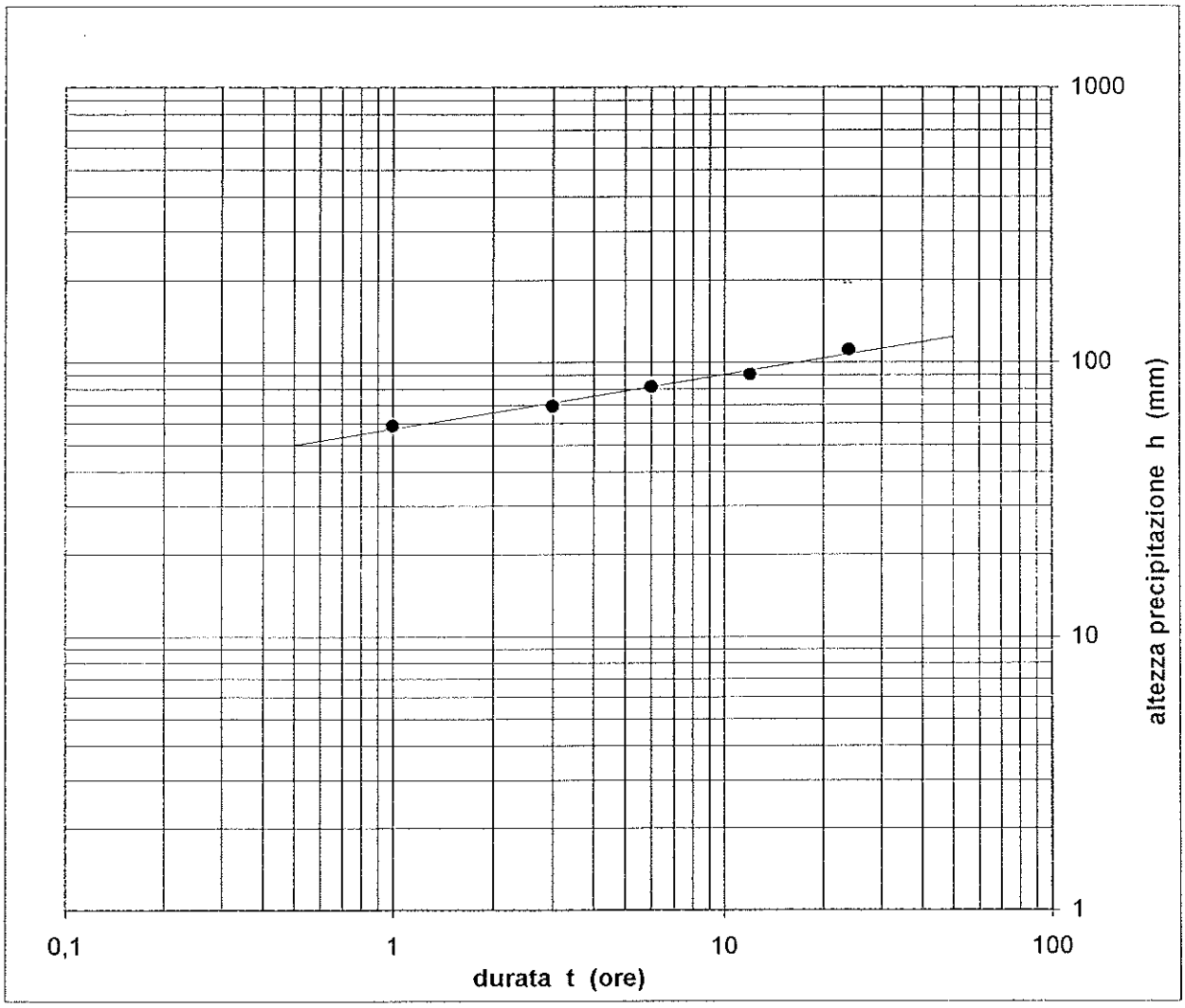
STAZIONE: CITTADELLA (PD)

DURATA PRECIPITAZIONI t > 1 ora

TEMPO DI RITORNO: TR (anni) = 50

$h = a\ t^n$ a = 57,42

h (mm) t (ore) n = 0,196



durata t	altezza h
ore	mm
1	58,84
3	69,46
6	81,59
12	90,35
24	111,09